

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LAS FUENTES GENERADORAS DE POLLINAZA,
PORQUINAZA Y BOVINAZA OBJETO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL
POR PARTE DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO -CRA-.

Tesis de grado para optar al título de

INGENIERO AMBIENTAL

ANTONIO JOSÉ PERTUZ CHARRIS

Tutor de tesis

VICTORIA ALEJANDRA ARELLANO PAJARO

Ing. Ambiental

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Cotutor de tesis

JUAN CARLOS NIETO BELTRÁN

Ing. Industrial

Msc. Gestión Ambiental



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE LA COSTA

Barranquilla/Atlántico. Abril de 2021

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme vida, salud y por poner en mi camino a todas las personas maravillosas que han contribuido a mi crecimiento personal y académico.

Agradezco a mis padres, Antonio Pertuz Pérez y Lina Charris Ariza, por darme una educación fundamentada en valores, estar presente y apoyarme en cada uno de mis proyectos, motivarme a superarme cada día más y esforzarse para brindarme las herramientas necesarias para alcanzar la culminación de mis estudios profesionales. También quiero agradecer a mis hermanas, Lina Pertuz Charris y Victoria Pertuz Charris, quienes siempre se mostraron prestas a ayudar cada vez que lo necesité.

Quiero mostrar mi sentimiento de gratitud a los Ingenieros Juan Nieto Beltrán y Victoria Arellano Pájaro, quienes fueron mis tutores y parte esencial para llevar a cabo mi tesis de grado. A ellos les agradezco por el apoyo, la confianza, el conocimiento y las oportunidades brindadas durante la culminación de mis estudios de ingeniería ambiental.

También quiero agradecer a la Corporación Autónoma Regional del Atlántico por abrirme las puertas y brindarme herramientas y los recursos informativos que son la base de mi investigación. Quiero destacar la colaboración de los contratistas Thomas Barandica y José Fruto, quienes siempre mostraron buena disposición para aportar conocimientos e información de interés.

Finalmente quiero agradecer a mis familiares y amigos que se mantuvieron dándome ánimos para avanzar en mi tesis y finalizarla. A ellos les agradezco también por brindarme momentos de esparcimiento y recreación con los que fue posible disminuir el estrés y el agotamiento cada vez que surgieron inconvenientes en este trabajo de investigación.

Resumen

La intensificación de las actividades productivas en el sector pecuario es una condición que aumenta la importancia de conocer los aspectos ambientales relacionados con los centros de producción y sacrificio animal, ya que por el uso de insumos y la generación de residuos tienen el potencial de generar impactos positivos y negativos en el ambiente. En esta investigación se realizó un análisis ambiental sectorial de las fuentes generadoras de pollinaza, porquinaza y bovinaza del departamento del Atlántico.

Para el logro del objetivo de investigación se generó una base de datos a partir de la información existente en la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA- sobre las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal. En dicha base de datos se identificaron 93 establecimientos, categorizándose en: 54 granjas avícolas, 33 granjas porcícolas y 6 plantas de beneficio animal. De los establecimientos identificados se pudo establecer un potencial de generación de residuos pecuarios anual por sector de 112.312 toneladas de pollinaza-gallinaza, 21.298 toneladas de porquinaza y 3.370 toneladas de bovinaza.

Por otro lado, a partir de un análisis de las variables ambientales relevantes se determinó que estos establecimientos tienen el potencial de afectar el ambiente en sus componentes atmosférico, Hidrogeológico, Hidrológico, Suelo, Espacial y Socioeconómico.

Palabras clave: Pollinaza, gallinaza, porquinaza, bovinaza, granjas avícolas, granjas porcícolas, plantas de beneficio animal.

Abstract

The intensification of productive activities in the livestock sector is a condition that increases the importance of knowing the environmental aspects related to animal production and slaughter centers, since the use of inputs and the generation of waste have the potential to generate impacts. positives and / or negatives in the environment. In this research, the generating sources of chicken manure, porquinaza and bovine manure in the department of Atlántico were environmentally analyzed.

For this to be achieved, a database was generated from the information included in the archives of the Atlantic Regional Autonomous Corporation on poultry farms, pig farms and abattoirs. A total of 93 establishments were identified: 54 poultry farms, 33 pig farms and 6 animal benefit plants. It was found an annual generation potential of 112,312,565 Kg of chicken manure, 21,298,663 Kg of porquinaza and 3,370,644 Kg of cattle. Additionally, it was determined that these establishments have the potential to impact the environment on its atmospheric, hydrogeological, hydrological, soil, spatial and socio-economic components. It should be mentioned that there are some information gaps that affect the accuracy of the analysis results.

Keywords

Poultry manure, chicken manure, porquinaza, bovine manure, poultry farms, pig farms, animal benefit plants.

Contenido

Introducción	19
1. Planteamiento del problema.....	21
1.1. Pregunta de investigación	23
1.2. Delimitación del Problema	23
2. Justificación	24
3. Objetivos	26
3.1. General	26
3.2. Específicos	26
5. Marco teórico	27
5.1. Marco normativo.....	27
5.2. Marco conceptual.....	29
5.2.1. Sector avícola.	31
5.2.1.1. Procesos productivos.....	32
5.2.1.2. Identificación del residuo	34
5.2.1.3. Manejo de los residuos pecuarios.	35
5.2.1.3.1. Sanitización de la Pollinaza y gallinaza.	35
5.2.1.3.2. Compostaje de la pollinaza y gallinaza	35
5.2.1.3.3. Compostaje de la mortalidad de las aves.	36

5.2.1.3.4. Enterramiento de la mortalidad de las aves en poza séptica.	37
5.2.2. Sector porcícola	37
5.2.2.1. Tipos de procesos productivos	38
5.2.2.2. Identificación del residuo	39
5.2.3. Sector bovino.	40
5.2.4. Plantas de beneficio animal o mataderos	41
5.2.4.1. Identificación del residuo	43
5.2.4.1.1. Residuos sólidos y semisólidos	43
5.2.4.1.2. Residuos líquidos.	43
6. Estado del arte	45
7. Metodología	48
7.1. Enfoque metodológico.	48
7.2. Procedimiento de Análisis	48
7.3. Identificación de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y estiércol de ganado objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA-.	49
7.1.1. Revisión y depuración de los registros del periodo 2019-2 de la Corporación Autónoma Regional de Atlántico- CRA.	49
7.1.2. Exclusión de los proyectos inactivos y unificación de expedientes.	50

7.1.3. Revisión de los informes de las visitas técnicas realizadas a las granjas avícolas y porcinas.....	51
7.4. Caracterización de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza, implementando las variables de interés para la CRA en el marco de sus funciones de control y seguimiento ambiental.	51
7.1.4. Determinación de los aspectos y variables de interés.....	51
7.1.5. Caracterización de las granjas y plantas de beneficio animal seleccionadas. .	54
7.2. Análisis a nivel sectorial de los impactos ambientales potenciales de las fuentes de generación de los residuos pecuarios del Departamento del Atlántico.....	54
7.2.1. Identificación de los impactos ambientales en las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal.....	55
8. Resultados y análisis	56
8.1. Identificación de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y estiércol de ganado objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA-.	56
8.2. Caracterización de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza, implementando las variables de interés para la CRA en el marco de sus funciones de control y seguimiento ambiental.	59
8.2.1. Granjas avícolas.....	60
8.2.1.1. Análisis de la distribución espacial de las granjas avícolas en el departamento del Atlántico.	60

8.2.1.2.	Producción en las granjas avícolas.....	64
8.2.1.2.1.	Características de las instalaciones.	64
8.2.1.2.2.	Enfoque de las granjas.	65
8.2.1.2.3.	Producción.	67
8.2.1.3.	Análisis de las variables ambientales de las granjas avícolas.....	69
8.2.1.3.1.	Tipo de abastecimiento de agua.	69
8.2.1.3.2.	Tratamiento de agua potable.	71
8.2.1.3.3.	Generación de Pollinaza y Gallinaza.	73
8.2.1.3.4.	Manejo de los residuos pecuarios.	76
8.2.2.	Granjas porcícolas.	79
8.2.2.1.	Análisis de la distribución espacial de las granjas porcícolas en el departamento del Atlántico.	79
8.2.2.2.	Producción en las granjas porcícolas.	83
8.2.2.2.1.	Características de las instalaciones.	83
8.2.2.2.2.	Enfoque de las granjas.	84
8.2.2.2.3.	Producción.	86
8.2.2.3.	Análisis de las variables ambientales de las granjas porcícolas.....	88
8.2.2.3.1.	Tipo de abastecimiento de agua.	88
8.2.2.3.2.	Tratamiento de agua potable.	90
8.2.2.3.3.	Generación de porquinaza.....	91

8.2.2.3.4. Manejo de residuos pecuarios.	96
8.2.3. Plantas de beneficio animal.	96
8.2.3.1. Análisis de la distribución espacial de las granjas porcícolas en el departamento del Atlántico.	97
8.2.3.2. Producción en las plantas de beneficio animal.	101
8.2.3.2.1. Especies sacrificadas.	101
8.2.3.2.2. Producción.	102
8.2.3.3. Análisis de las variables ambientales de las plantas de beneficio animal..	104
8.2.3.3.1. Tipo de abastecimiento de agua.	104
8.2.3.3.2. Posesión y estado de la concesión de agua.	104
8.2.3.3.3. Tratamiento de agua potable.	105
8.2.3.3.4. Generación de Bovinaza.	106
8.2.3.3.5. Manejo de residuos pecuarios.	106
8.3. Análisis a nivel sectorial de los impactos ambientales potenciales de las fuentes de generación de los residuos pecuarios del Departamento del Atlántico.....	107
8.3.1. Granjas avícolas, pollos para consumo humano.....	108
8.3.1.1. Descripción de las etapas y actividades típicas de la producción de pollos para consumo humano.	108
8.3.1.1.1. Preparación o alistamiento del galpón.	109
8.3.1.1.2. Crianza.	112

8.3.1.1.3. Levante y engorde.....	113
8.3.1.1.4. Manejo de la pollinaza y gallinaza.....	115
8.3.1.1.5. Manejo de aguas residuales no domésticas.....	115
8.3.1.1.6. Esquema del proceso típico de producción intensiva de pollos para consumo humano.	116
8.3.1.2. Identificación de los potenciales impactos ambientales asociados a las Granjas Avícolas, Pollos para consumo humano.....	118
8.3.1.3. Descripción de los impactos identificados.....	123
8.3.2. Granjas Porcícolas.	128
8.3.2.1. Descripción de las etapas y/o actividades típicas de la producción en las granjas porcícola.	128
8.3.2.1.1. Cubrición.....	129
8.3.2.1.2. Gestación.....	130
8.3.2.1.3. Parto.	131
8.3.2.1.4. Lactancia.	132
8.3.2.1.5. Precebo.....	133
8.3.2.1.6. Cebo.	134
8.3.2.1.7. Manejo de la porquinaza sólida y líquida.	135
8.3.2.1.8. Esquema del proceso de crianza de cerdos.	136
8.3.2.2. Identificación de impactos potenciales del sector.....	138

8.3.2.3. Descripción de los impactos identificados.....	145
8.3.3. Plantas de Beneficio animal, sacrificio de vacunos.....	150
8.3.3.1. Descripción de las etapas y/o actividades desarrolladas en las plantas de beneficio animal.....	150
8.3.3.1.1. Estabulación.....	151
8.3.3.1.2. Baño.....	152
8.3.3.1.3. Sacrificio.....	153
8.3.3.1.4. Desangrado.....	154
8.3.3.1.5. Retiro del cuero.....	155
8.3.3.1.6. Evisceración.....	156
8.3.3.1.7. División de la canal.....	158
8.3.3.1.8. Limpieza de canales.....	158
8.3.3.1.9. Refrigeración.....	159
8.3.3.1.10. Tratamiento de vísceras blancas.....	160
8.3.3.1.11. Tratamiento de aguas residuales.....	161
8.3.3.1.12. Manejo y disposición final de los residuos sólidos del proceso de producción.....	162
8.3.3.1.13. Esquema Del Proceso De Sacrificio De Ganado Bovino en Plantas De Aprovechamiento Animal.....	163
8.3.3.2. Identificación de impactos potenciales del sector.....	164

8.3.3.3. Descripción de los impactos identificados..... 170

9. Conclusiones 177

10. Recomendaciones 180

11. Referencias..... 182

12. Anexos 196

Lista de tablas

Tablas

Tabla 1 Datos de producción y generación de residuos de los sectores pecuarios en Colombia.....	30
Tabla 2 Datos producción, generación de residuos y potencial energético de los sectores pecuarios en el departamento del Atlántico.	30
Tabla 3 Enfoques de las granjas avícolas	33
Tabla 4 Tipos de residuos generados en las granjas avícolas	34
Tabla 5 Tipos de procesos productivos de las granjas porcícolas	39
Tabla 6 Tipos de residuos generados en las granjas porcícolas.....	40
Tabla 7 Criterios para la caracterización de las granjas avícolas.	52
Tabla 8 Criterios para la caracterización de las granjas porcícolas.	52
Tabla 9 Criterios para la caracterización de las plantas de beneficio animal.	53
Tabla 10 Cantidad de expedientes de empresas avícolas y porcícolas, y plantas de beneficio animal.....	57
Tabla 11 Cantidad de granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal.	57
Tabla 12 Distribución de las granjas avícolas en los municipios del departamento del Atlántico.....	61
Tabla 13 Instalaciones avícolas en el departamento del Atlántico.	64
Tabla 14 Cantidad de aves instaladas según el enfoque de las granjas.	68
Tabla 15 Generación pollinaza y gallinaza (ave/ciclo).....	74
Tabla 16 Cantidad de pollinaza ave/año.	74

Tabla 17 Distribución de las granjas porcícolas en los municipios del departamento del Atlántico.....	79
Tabla 18 Instalaciones porcícolas en el departamento del Atlántico.....	84
Tabla 19 Cantidad de cerdos instalados según enfoque de las granjas.....	86
Tabla 20 Porquinaza generada por los cerdos según su grupo etario y etapa del ciclo de producción en que se encuentra.	91
Tabla 21 Porquinaza anual generada por individuo.	95
Tabla 22 Distribución de Plantas de beneficio animal en los municipios del departamento del Atlántico.....	97
Tabla 23 Identificación de los potenciales impactos ambientales de las granjas avícolas.	119
Tabla 24 Descripción de los potenciales impactos ambientales de las granjas avícolas.	124
Tabla 25 Identificación de los potenciales impactos ambientales de las granjas porcícolas.	139
Tabla 26 Descripción de los potenciales impactos ambientales de las granjas porcícolas....	146
Tabla 27 Diagrama de flujo e identificación de los potenciales impactos ambientales de las plantas de beneficio animal.....	165
Tabla 28 Descripción de los potenciales impactos ambientales de las plantas de beneficio animal.....	171

Lista de figuras

Figuras

Figura 1. Población avícola en Colombia por departamentos. (Fuente: ICA 2020).....	32
Figura 2. Población de porcinos en Colombia por departamentos. (Fuente: ICA 2020).....	38
Figura 3. Cantidad de bovinos por departamentos en Colombia. (Fuente: ICA 2020).	41
Figura 4. Relación porcentual de la cantidad de fuentes de residuos pecuarios en el Dpto. del Atlántico.....	58
Figura 5. Distribución de las granjas avícolas en los municipios del departamento del Atlántico.....	62
Figura 6. Mapa del departamento del Atlántico con la representación de la ubicación geográfica de las granjas avícolas. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2018).	63
Figura 7. Cantidad de granjas avícolas según enfoque.....	67
Figura 8. Cantidad de aves instaladas en las granjas avícolas según su enfoque.	68
Figura 9. Fuentes de abastecimiento de agua utilizadas por las granjas porcícolas.	70
Figura 10. Estado de la concesión de agua de las granjas avícolas.	71
Figura 11. Granjas avícolas con tratamiento de agua potable según su fuente de abastecimiento. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).....	72
Figura 12. Cantidad de pollinaza y gallinaza generada anualmente.....	76
Figura 13. Tipo de manejo efectuado por las granjas avícolas a la pollinaza y gallinaza.	77
Figura 14. Manejo de la mortalidad en las granjas avícolas.....	78
Figura 15. Distribución de las granjas porcícolas en los municipios del departamento del Atlántico.....	81

Figura 16. Mapa del departamento del Atlántico con la representación de la ubicación geográfica de las granjas porcícolas. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019)....	82
Figura 17. Enfoque de las granjas porcícolas.	85
Figura 18. Numero de cerdos de acuerdo a las etapas del ciclo de producción.	87
Figura 19. Cantidad de granjas porcinas según su fuente de abastecimiento de agua.....	89
Figura 20. Estado de la concesión de agua de las granjas porcícolas.....	90
Figura 21. Granjas porcícolas con tratamiento de agua potable según su fuente de abastecimiento.....	91
Figura 22. Distribución de las Plantas de beneficio animal en los municipios del departamento del Atlántico. (Fuente propia).	99
Figura 23. Mapa del departamento del Atlántico con la representación de la ubicación geográfica de las plantas de beneficio animal. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).	100
Figura 24. Plantas de beneficio animal del departamento del Atlántico según las especies sacrificadas en estas. Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).....	101
Figura 25. Promedio mensual de la cantidad de bovinos y bufalinos sacrificados en las plantas de beneficio animal. Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).....	103
Figura 26. Estado de la concesión de agua de las plantas de beneficio animal.	105
Figura 27. Flameo de instalaciones. (Fuente: Magni heating technology, 2016).....	110
Figura 28. Lavado y desinfección de galpones. (Fuente: como criar pollos, etapas de la crianza, cuidados de los pollos bb, sanidad, inversión para una granja avícola, 2013).	111

Figura 29. Pollitos instalados en el galpón. (Fuente: Tobón., 2012).	112
Figura 30. Recolección de la pollinaza. (Fuente: Carmona, 2018).	115
Figura 31. Esquema del proceso de crianza de pollos de engorde. (Fuente propia a partir de los datos obtenidos en la descripción de las etapas).	117
Figura 32. Monta natural de cerdos. (Fuente: Adictosalcampo, 2020).	129
Figura 33. Ordeño del cerdo reproductor. (Fuente: la porcicultura.com).....	130
Figura 34. Inseminación de las cerdas. (Fuente: laporcicultura.com).	130
Figura 35. Cerdas gestantes en las jaulas de gestación (Fuente: elsitioporcino.com).	131
Figura 36. Nacimiento de los lechones. (Fuente: Universo porcino, 2005).	132
Figura 37. Lechones y cerda en etapa de lactancia. (Fuente: Wilpat, 2013).	133
Figura 38. Cerdos en etapa de precebo. (Fuente: Wilpat. 2013).	134
Figura 39. Cerdos en etapa de cebo. (Fuente: Panorama rural ahora, 2012).	135
Figura 40. Recolección en seco de la porquinaza en los corrales. (Fuente: Farmer, 2018). .	136
Figura 41. Esquema del proceso típico de producción de las granjas porcícolas. (Fuente propia a partir de la información de la descripción de las actividades de la producción porcícola).	137
Figura 42. Desembarque de las reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A., 2021).	151
Figura 43. Estabulación de reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A., 2021).	152
Figuras 44 y 45. Baño de reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	153
Figura 46. Sacrificio de la res. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021). .	154

Figura 47. Desangrado de las reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	155
Figuras 48 y 49. Retiro del cuero. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	155
Figuras 50 y 51. Retiro de las vísceras blancas. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	157
Figura 52. Retiro de las vísceras rojas. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	157
Figura 53. División de la canal. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	158
Figura 54. Limpieza de las medias canales. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	159
Figura 55. Refrigeración de canales de reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	160
Figura 56. Tratamiento de vísceras blancas. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	161
Figura 57. Albercas de tratamiento de agua residual industrial. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	162
Figura 58. Almacenamiento del contenido intestinal de las reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).	
.....	163
Figura 59. Esquema del proceso típico de producción de las Plantas de Aprovechamiento Animal. (Fuente propia a partir de la información de la descripción de las etapas productivas de las plantas de beneficio animal).	
.....	164

Introducción

En esta investigación se realiza un análisis de las fuentes de generación de residuos pecuarios ubicadas en el departamento del Atlántico, específicamente de pollinaza, porquinaza y bovinaza. Estos residuos son generados en las granjas avícolas (Leonardi, 2013) y granjas porcícolas (Armas, 2016) respectivamente. Por otro lado, las plantas de beneficio animal constituyen una de las principales fuentes de generación de bovinaza (Guerrero & Ramírez, 2004). (Canales, 2011).

Las fuentes de generación identificadas hacen parte del sector de la cría de animales, el cual es el responsable de la producción de estiércol y lodos, así como corrientes de desechos orgánicos húmedos, los cuales representan un riesgo constante de materialización de impactos negativos en el medio ambiente si no se gestionan de manera adecuada (Babaei, Roshani, & Shayegan, 2012). Aspectos como la lixiviación de nutrientes, la evaporación de nitrógeno, fósforo y amoníaco, y la contaminación por patógenos, son algunas de las principales amenazas (Babaei, Roshani, & Shayegan, 2012). Además, el sector de producción animal es responsable del 18% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. (Babaei, Roshani, & Shayegan, 2012), lo que lo convierte en una de las causas del calentamiento global (Arango, 2018).

El análisis de las fuentes de generación de residuos pecuarios se realizó por el interés de conocer aspectos de identificación, productivos y ambientales con el fin de identificar las zonas del departamento del Atlántico con alta densidad de establecimientos, así su cómo el enfoque y el volumen de producción, cantidad y manejo de residuos pecuarios generados, y los potenciales impactos ambientales asociados a las actividades desarrolladas en el proceso de producción y demás procesos complementarios.

La información anterior es útil para conocer la forma en que los establecimientos pecuarios del departamento del Atlántico se relacionan con el ambiente, y a partir de esto brindar una herramienta que puede ser aprovechada por la Autoridad Ambiental con jurisdicción en este territorio para el seguimiento y control efectuado al sector.

En el marco del análisis de las fuentes de generación se realizó una identificación y caracterización de las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal a través de la revisión de la documentación de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico-CRA-, implementándose una serie de filtros con el fin de depurar la información de interés. Adicionalmente se hizo una identificación de los potenciales impactos ambientales, a partir de la descripción de las etapas y actividades típicas de los procesos desarrollados en estos establecimientos.

Esta investigación fue realizada con el objetivo de analizar ambientalmente las fuentes generadoras de pollinaza, porquinaza y bovinaza del departamento del Atlántico, para lo cual se identificaron los establecimientos avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal, y posteriormente se realizó una caracterización de estos. Adicionalmente, con esta investigación se busca identificar los potenciales impactos ambientales asociados a la producción de las empresas.

1. Planteamiento del problema

Las actividades agropecuarias son grandes fuentes de contaminación y generadoras de residuos orgánicos (Aliaga, 2006), estos residuos son considerados una problemática ambiental cuando no se les da la adecuada gestión (Calderón, 2015), no solo porque generan gases que contribuyen al efecto invernadero, sino porque pueden provocar impactos ambientales como: generación de olores ofensivos, disminución de la calidad del aire, degradación de la calidad del agua, afectación al suelo, entre otros (Calderón, 2015).

Por otro lado, para el desarrollo de los procesos que hacen parte de la producción de las actividades pecuarias, se requiere el uso indispensable de agua, lo que ocasiona una intensificación en la tensión ejercida sobre el recurso hídrico superficial y subterráneo, comprometiendo su disponibilidad en zonas donde la recarga de los cuerpos de agua no se produzca a un ritmo tal que compense la extracción (Rubio, 2005).

Debido al crecimiento de la población mundial y la necesidad de suplir la demanda de los productos alimenticios, los sectores de producción de alimentos, incluyendo el avícola, el porcícola y el bovino, han aumentado e intensificado las actividades de explotación pecuaria en sus instalaciones, buscando alcanzar una mayor producción para lograr satisfacer la creciente demanda que hay en el mercado de este tipo de artículos. Esta situación ha provocado la potencialización de los impactos ambientales asociados a estos proyectos (Amado & Prada, 2017).

Abordando el panorama Nacional, en Colombia, en el año 2007 la explotación avícola produjo 74.827.204 aves, las cuales generaron 1.911.835 toneladas de estiércol. Por otro lado, para el mismo año el sector bovino generó 22.450.449 cabezas, las cuales produjeron 99.168.608

toneladas de estiércol, y el sector porcícola generó 3.749.480 cabezas, las cuales produjeron 2.803.111 toneladas.

En el departamento del Atlántico, según la información contenida en la base de datos de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico-CRA, existen 202 registros de empresas agropecuarias: 119 granjas avícolas, 51 Porcícolas, 5 Ganaderas y 27 Plantas de beneficio animal (mataderos). Si bien la CRA efectúa control y seguimiento ambiental a estas empresas, algunos de los expedientes hacen referencia a granjas que están inactivas y/o desmanteladas, o no contienen toda la información oportuna para establecer un panorama ambiental preciso de estos sectores.

No contar con una caracterización de las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal en el departamento con Atlántico, es un limitante de información que puede representar desventajas en el manejo ambiental efectuado a los recursos naturales relacionados con las actividades de producción de estos sectores, ya que la falta de un panorama claro y acertado de cuáles son los impactos ambientales más comunes y relevantes que pudieran ser ocasionados, puede afectar en el diseño e implementación de medidas ambientales apropiadas.

Además de lo anterior, desconocer ciertos datos como el volumen de animales manejados, la cantidad de residuos pecuarios y las zonas donde se están generando en un rango de tiempo, es un restrictivo para estudiar e implementar nuevas tecnologías para el tratamiento de estos residuos, lo que significa que muchos de los residuos seguirán siendo manejados mediante tratamientos convencionales o incluso sin tener en cuenta ningún criterio técnico y, por ende, la cantidad de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y metano que son emitidos a

la atmosfera por el sector mediante fuentes difusas no podrá ser controlada ni aprovechada, perdiéndose la posibilidad de implementar procesos de valorización de los residuos pecuarios.

Adicionalmente, no manejar información acertada de la cantidad de puntos de captación de agua subterránea y superficial pertenecientes a los establecimientos pecuarios, ni del volumen y calidad del liquido obtenido a partir de estos, representa limitaciones para el control y seguimiento a la explotación del recurso hídrico. Esta situación contribuye a aumentar la brecha existente entre el volumen de captación de agua que la CRA tiene registrada a partir de la información de las concesiones otorgadas y el volumen de captación real.

1.1. Pregunta de investigación

¿Cuáles son las características cualitativas y cuantitativas de las variables asociadas al proceso de producción de las fuentes generadoras de pollinaza, porquinaza y bovinaza objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA-, y su relación con el ambiente?

1.2. Delimitación del Problema

Se entiende como objeto de estudio las fuentes las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal del departamento del Atlántico, exceptuando la zona urbana de Barranquilla, las cuales constituyen fuentes generadoras de los residuos pecuarios denominados pollinaza, porquinaza y bovinaza respectivamente.

El estudio de los establecimientos pecuarios se realizó implementando los lineamientos que fueron dados por la CRA en lo referente a las variables consideradas de interés para desarrollar adecuadamente el control y seguimiento ambiental a las empresas pecuarias.

2. Justificación

Para la CRA, como autoridad ambiental del Departamento del Atlántico, es de gran importancia contar con una caracterización de los sitios de aprovechamiento animal (empresas avícolas, porcícolas y de beneficio animal) consolidados en una base de datos en la que se contenga toda la información referente a los proyectos que están en su jurisdicción.

Complementar la información de los expedientes de estas empresas puede significar la diferencia entre el conocimiento y desconocimiento de los impactos ambientales ocasionados, aportando las bases y herramientas necesarias para ejecutar un adecuado control y seguimiento que permita hacer un apropiado manejo a los recursos naturales en las granjas y plantas de beneficio animal donde se desarrollan las actividades productivas.

Por ser el Departamento del Atlántico un territorio donde funcionan una gran cantidad de empresas pecuarias, se genera un volumen considerable de residuos orgánicos como la pollinaza, porquinaza y estiércol. Dichos residuos además de contener una elevada carga orgánica, poseen nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros; estas características contribuyen a que sea un material con alto potencial para ser aprovechado en procesos como la generación de energía limpia (Calderón, 2015).

Debido a las características nocivas que tienen los residuos pecuarios para el ambiente, es esencial que la CRA fortalezca la información que tiene acerca de las empresas generadoras, que le permita efectuar un control más exhaustivo a la gestión aplicada a estos residuos, y así hacer más dinámica la contribución al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible -ODS-, los cuales están enfocados en erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Destinar los residuos orgánicos generados por las empresas agropecuarias del sector a

la generación de energía, ayuda al cumplimiento de algunos de los Objetivos de Desarrollo

Sostenible-ODS tales como:

- Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

3. Objetivos

3.1. General

Analizar ambientalmente las fuentes generadoras de pollinaza, porquinaza y bovinaza objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA-.

3.2. Específicos

- Identificar las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA-.
- Caracterizar las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza, implementando las variables de interés para la CRA en el marco de sus funciones de control y seguimiento ambiental.
- Determinar cuáles son los potenciales impactos ambientales de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza del departamento del Atlántico.

5. Marco teórico

5.1. Marco normativo

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) – más conocida como «Cumbre de la Tierra»– se dieron a conocer tres tratados internacionales. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CNUDB) y la Convención de Lucha contra la Desertificación (CNULD) (Minambiente, www.minambiente.gov.co, 2019). Pasados 5 años, la Convención Marco del Cambio Climático de las Naciones Unidas adoptó, el Protocolo de Kioto, sobre la reducción las emisiones de CO², CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆, con base al año 1990 y entre el período 2008-2012. Con el fin aumentar los esfuerzos para la mitigación del cambio climático, en el año 2015, se lleva a cabo en París vigésimo primera Conferencia de las Partes de la Convención Marco de ONU, sobre el Cambio Climático (COP-21), la cual dio como resultado la adopción del Acuerdo de París, que establece el marco global de lucha contra el cambio climático a partir de 2020.

En Colombia, la Constitución Política considera derechos y deberes ambientales de los ciudadanos y del Estado. En el ARTICULO 79 se establece que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, que la ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo y que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservarlas áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Continuamente, en el ARTICULO 80, se indica que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible,

su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Adicionalmente, en Colombia se está implementando la Política Nacional de Cambio Climático, cuyo objetivo es promover una gestión del cambio climático que contribuya a avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos asociados a las alteraciones por efectos del cambio climático. Esta Política considera primordial adoptar una visión territorial, que valore articuladamente iniciativas sectoriales de desarrollo, como base para lograr una gestión del cambio climático acertada y efectiva.

Por otro lado, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, del Gobierno del presidente Iván Duque Márquez, se introduce la Estrategia nacional de economía circular-ENEC, enfocada en el fortalecimiento del modelo económico, ambiental y social del país, partiendo de la lógica de “producir conservando y conservar produciendo”.

En armonía con las bases del desarrollo sostenible y las tendencias internacionales, la estrategia promueve el uso eficiente de materiales, agua y energía, considerando la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales. Esta estrategia representa una de las vías centrales para alcanzar las metas del Crecimiento Verde, enfocadas en aumentar la tasa de reciclaje y el uso de los residuos sólidos a nivel nacional hasta el 17,9%, y disminuir en un 20 % la emisión de gases de efecto invernadero hacia el año 2030, esto en el marco del Acuerdo de París.

En lo referente al manejo de las aguas, en el Decreto 1076 de 2015 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario

del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible se reglamentan las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados, y comprende aspectos como el dominio de cauces y riberas, y las normas que rigen su aprovechamiento sujeto a prioridades, en orden a asegurar el desarrollo humano, económico y social, con arreglo al interés general de la comunidad; las restricciones y limitaciones al dominio en orden a asegurar el aprovechamiento de las aguas por todos los usuarios, entre otros.

En cuanto a normas relacionadas con la disposición de las aguas residuales, en la Resolución 631 de 2015, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

5.2.Marco conceptual

Las actividades pecuarias, como la cría de porcino, de aves de corral y el sacrificio de ganado bovino son una importante fuente de generación de residuos orgánicos. Cuando no se hace una gestión integral de estos residuos, es emitida a la atmosfera una gran cantidad de algunos gases de efecto invernadero-GEI como el metano, el amoniaco y el óxido nitroso, considerados unas de las principales causas del calentamiento global (Mendoza, 2017).

No obstante, se puede disminuir la contribución al aumento de la concentración de metano a través de la implementación de procesos de digestión orgánica en ausencia de oxígeno como una alternativa para la gestión de los residuos pecuarios. Por otro lado, sí se produce metano y se escapa a la atmosfera sin ser quemado, contribuye 22 veces más al efecto invernadero que el CO₂. (Aliaga, 2006).

Los sistemas de producción pecuaria que se desarrollan en Colombia generan grandes volúmenes de estiércol. Según el atlas de biomasa residual el sector pecuario cuenta con el 76% (38.848.204 ha) del área total destinadas a las actividades agropecuarias, donde el 40% corresponde al sector avícola (Cabeza, Hernández, Muños, & Suarez, 2018)

A continuación, se exponen algunos aspectos, según datos consultados en el Atlas del potencial energético de biomasa residual en Colombia (UPME, 2011), de los sectores avícola, porcícola y bovino en Colombia (Ver Tabla 1) y en el departamento del Atlántico (Ver Tabla 2).

Tabla 1

Datos de producción y generación de residuos de los sectores pecuarios en Colombia.

Sector	Población (Cabezas/año)	Cantidad de residuos (Ton/año)
Avícola	114.866.673	3.446.348
Porcícola	3.749.480	2.803.111
Bovino	22.450.449	99.168.608

Nota. Adaptado del Atlas del potencial energético de biomasa residual en Colombia, UPME, 2011.

Tabla 2

Datos producción, generación de residuos y potencial energético de los sectores pecuarios en el departamento del Atlántico.

Sector	Población (Cabezas/año)	Cantidad de residuos (Ton/año)
Avícola	4.137.270	119.535
Porcícola	44.232	25.515
Bovino	254.169	1.118.254

Nota. Adaptado del Atlas del potencial energético de biomasa residual en Colombia, UPME, 2011.

Los datos de la tabla constituyen un punto de referencia para esta investigación a través del cual se puede obtener un panorama de la cantidad de residuos pecuarios generados en la producción avícola, porcícola y bovina del departamento del Atlántico.

A partir de los datos de la tabla se puede determinar el comportamiento de la producción y de la generación de residuos pecuarios de los sectores en cuestión, comparándolos con los datos obtenidos en esta investigación.

A continuación, se amplía la información referente a los subsectores pecuarios en cuestión, incluyendo datos referentes a la cantidad de predios dedicados a la producción a nivel nacional, procesos productivos desarrollados y residuos generados.

5.2.1. Sector avícola.

La industria avícola ocupa un renglón importante en el PIB nacional. Gracias a su desarrollo sostenido y alto grado de tecnificación se impone como la segunda actividad agropecuaria después de la ganadería (Escalante, Sanguino, Téllez, & Vasquez, 2009).

Según el Censo Pecuario año 2020, desarrollado por el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, La población aviar en el país está distribuida en 406.413 predios y constituida aproximadamente por 187.498.585 animales, los cuales están ubicados principalmente en los departamentos de Santander (24,41%), Cundinamarca (17,06%), Valle del Cauca (15,98%), Cauca (6,52%), Antioquia (6,25%), Quindío (5,34%), Tolima (3,99%), Atlántico (3,75%), Boyacá (2,38%), Risaralda (2,18%), indicando que el 87.86% de la población total nacional de aves está distribuida para el 2019 en estos 10 departamentos (ICA, 2020) (Ver Figura 1).

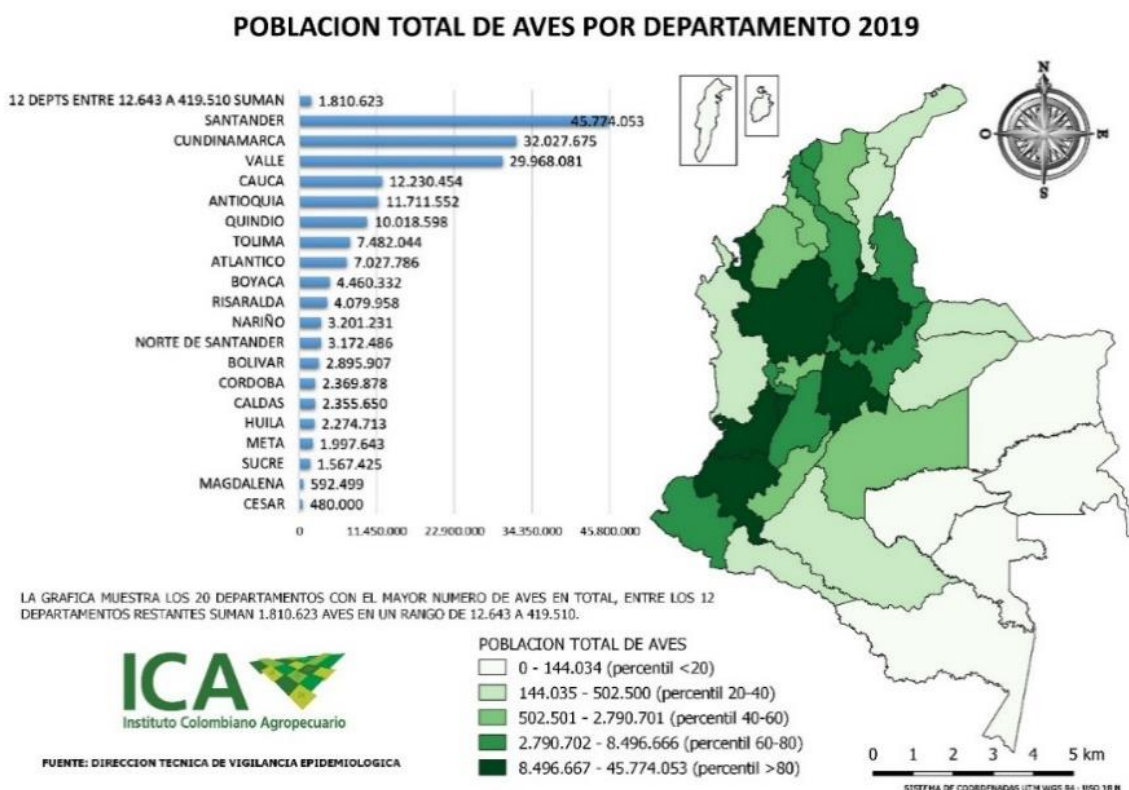


Figura 1. Población avícola en Colombia por departamentos. (Fuente: ICA 2020).

Este mismo estudio, indica que el 77.76% del total de los predios avícolas (406.413) está distribuido principalmente en los departamentos de Antioquia (24,34%), Norte de Santander (11,23%), Córdoba (9,44%), Santander (6,29%), Cauca (4,76%), Cundinamarca (4,67%), Casanare (4,45%), Sucre (4,25%), Nariño (4,23%) y Caquetá (4,09%) (ICA, 2020).

5.2.1.1. Procesos productivos

Las instalaciones de las granjas dedicadas a la explotación avícola pueden ser de distintos niveles de tecnificación, que van desde la producción artesanal a la industrial totalmente automatizada. Sin embargo, sin importar el nivel de tecnificación, La producción de carne de ave se lleva a cabo de una manera dinámica, por medio de la cual el producto terminado se obtiene en un corto período de tiempo (7-8 semanas), iniciando la cadena de producción en los planteles

de reproducción, donde se obtienen los huevos fértiles que darán origen a las aves comerciales (Chemonics International Inc, & Fundación Centro Nacional de Producción Más Limpia de El Salvador, 2011).

Leonardi I. (2013), en su trabajo titulado “Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de la producción intensiva de aves”, definió las granjas avícolas, según la etapa de la producción en la que intervienen, de la siguiente manera (Ver Tabla 3).

Tabla 3
Enfoques de las granjas avícolas

Tipo de Granjas	Descripción
Granjas de reproductoras.	Son las granjas que suministran el material para reemplazo de las gallinas ponedoras y de pollos para la producción de carne. En este tipo de granjas, podemos hallar dos tipos de residuos: cama o pollinaza y cadáveres.
Planta de incubación.	Son las instalaciones donde se incuban los huevos provenientes de las granjas reproductoras. En este caso, los residuos que se generan son: cáscaras de huevos y cadáveres.
Granjas de producción de huevos.	Son las granjas que se dedican a la crianza de aves para la producción de huevos. Los residuos generados en este tipo de granjas son: efluentes líquidos de la limpieza de los galpones de crianza, guano de la etapa de producción, cáscaras de huevos y cadáveres provenientes de todo el proceso productivo.
Granjas de producción de pollos para consumo humano.	Son las granjas donde se reciben pollos de un día de vida y se engordan hasta los cuarenta y cinco días o más, hasta alcanzar el peso de mercado; luego se envían a faena. Los residuos de estas granjas son la cama y los cadáveres.

Nota. Adaptado de Leonardi, I. (2013). Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de la producción intensiva de aves. Senasa, 39.

5.2.1.2. Identificación del residuo

Los residuos generados por el desarrollo de actividades de producción avícola son en general biodegradables, esta condición permite que sean aprovechados como enmiendas orgánicas para el suelo, insumo para productos industriales o para la generación de energía. No obstante, debido a sus características fisicoquímicas y biológicas, deben ser clasificados con el fin de establecer las mejores técnicas aplicables en su adecuada gestión ambiental (Leonardi, 2013).

Según Leonardi I. (2013), se pueden distinguir los siguientes tipos de residuos, a saber (Tabla 4).

Tabla 4
Tipos de residuos generados en las granjas avícolas

Tipo de residuo	Descripción
Guano o gallinaza.	En gallinas de postura, el guano es la mezcla de deyecciones, a las que se unen la porción no digerible de los alimentos, las células de descamaciones de la mucosa del aparato digestivo, microorganismos de la flora intestinal, diversas sales minerales, plumas y restos de huevos rotos
Pollinaza.	Es la combinación de la excreta de las aves de engorde, incluyendo toda su carga bacteriana, plumas, aditivos químicos, entre otros, con el material que se utiliza como cama para los pollos, conformado generalmente con aserrín o virutas de madera, cascarilla de arroz, de girasol, de café o de soya, olote de maíz molido o paja de trigo
Animales muertos (mortalidad).	Cadáveres de aves resultantes de mortandad de rutina o catastrófica, o bien de sacrificio sanitario

Residuos varios.	Efluentes de faena, envases de productos veterinarios, plumas, cáscaras de huevos y residuos líquidos de la limpieza de galpones
------------------	--

Nota. Adaptado de Adaptado de Leonardi, I. (2013). Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de la producción intensiva de aves. Senasa, 39.

5.2.1.3. Manejo de los residuos pecuarios.

Los residuos pecuarios que se generan en las granjas avícolas son la mortalidad de las aves y la pollinaza o gallinaza, dependiendo el tipo de producción.

El manejo que se le da a la pollinaza y gallinaza es el proceso de sanitización o de compostaje:

5.2.1.3.1. Sanitización de la Pollinaza y gallinaza.

La sanitización corresponde a un proceso de pasteurización en la que se logra la inactivación de los patógenos como consecuencia de la fermentación de la materia. Este proceso tiene una duración de 3 a 4 días, en los que la pollinaza o gallinaza alcanza temperaturas de 55 a 60 C° (Granja Avícola El Mundo, 2013).

Para la sanitización de la pollinaza y gallinaza se hacen pilas del material, las cuales son volteadas de vez en cuando ya que la temperatura máxima se produce es en su interior. Estas pilas deben tener una humedad del 50% y deben estar tapadas con plásticos negros (Granja Avícola la Fragata, 2010).

5.2.1.3.2. Compostaje de la pollinaza y gallinaza.

Es un proceso completo de degradación del residuo o sustrato orgánico e implica una mezcla adecuada de la gallinaza (rico en nitrógeno) con cascarilla (rica en carbono) y control de la humedad. El periodo de fermentación es mucho más largo que el de la sanitización, ya que dura

alrededor de 40 a 60 días, durante los cuales los microorganismos degradan completamente la pollinaza o gallinaza, produciéndose un material homogéneo, biológicamente estable, completamente aprovechable por las plantas, libre de malos olores, patógenos y con una apariencia organoléptica diferente al estado inicial (Granja Avícola El Mundo, 2013).

Por otro lado, la mortalidad de las aves es sometida al proceso de compostaje o al enterramiento en una poza séptica:

5.2.1.3.3. Compostaje de la mortalidad de las aves.

Este proceso se realiza en "reactores abiertos", denominados comúnmente "cajones"; en estos se dispone la mortalidad de las aves para iniciar la bio-descomposición de la materia orgánica, en la que intervienen bacterias mesófilas y termófilas, hongos, levaduras y una amplia población de artrópodos y otros microorganismos (Granja Avícola la Fragata, 2010).

Los requerimientos técnicos para el compostaje de la mortalidad de las aves son similares a los del compostaje de la pollinaza y gallinaza, ya que parámetros como la relación de C:N debe ser de 25-30, la humedad debe estar en el rango 40-60% y el sistema debe estar bien aireado. La diferencia entre los dos procesos de compostaje radica en que, en el caso de la mortalidad de las aves, no se realizan movimientos de la masa en compostación, es el aire el que debe pasar a través del material; esto se conoce como compostación estática (Granja Avícola la Fragata, 2010).

El compostaje de la mortalidad de las aves representa una actividad a través de la cual se eliminan riesgos sanitarios, ya que los microorganismos generadores de las principales enfermedades avícolas son eliminados durante el proceso. Adicionalmente genera un producto, denominado compost, que es utilizado para abonar suelos (Granja Avícola la Fragata, 2010).

5.2.1.3.4. Enterramiento de la mortalidad de las aves en poza séptica.

Consiste en disponer los cadáveres en una poza séptica, la cual es una estructura que debe cumplir con algunas consideraciones técnicas como: paredes recubiertas concreto o ladrillo y con una loza de cemento en la parte superior, una tapa hermética de fácil manipulación para el ingreso periódico de las mortalidades, el fondo debe estar por encima del nivel freático a una distancia no menor a 1,5 m y su ubicación debe ser en un terreno sin riesgo de inundación, retirado de cualquier cuerpo de agua superficial y de los linderos de los vecinos (Herrera, 2008). Este tipo de manejo de mortalidad puede representar desventajas ya que en ocasiones pueden saturarse muy rápido, por lo que no se aconseja su uso para casos de alta mortalidad (Gobierno Autonomo Departamental Santa Cruz, 2015).

5.2.2. Sector porcícola

Según el Censo Pecuario año 2020, la población total porcina en el país está distribuida en 237.380 predios y constituida aproximadamente por 6.473.525 animales, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (29,68%), Valle del Cauca (14,36%), Cundinamarca (8,94%), Meta (6,03%), Córdoba (6,01%), Magdalena (4,21%), Sucre (3,33%), Boyacá (3,12%), Atlántico (2,74%) y Bolívar (2,27%), indicando que el 80.67% de la población total nacional (ICA, 2020) (Ver Figura 2).

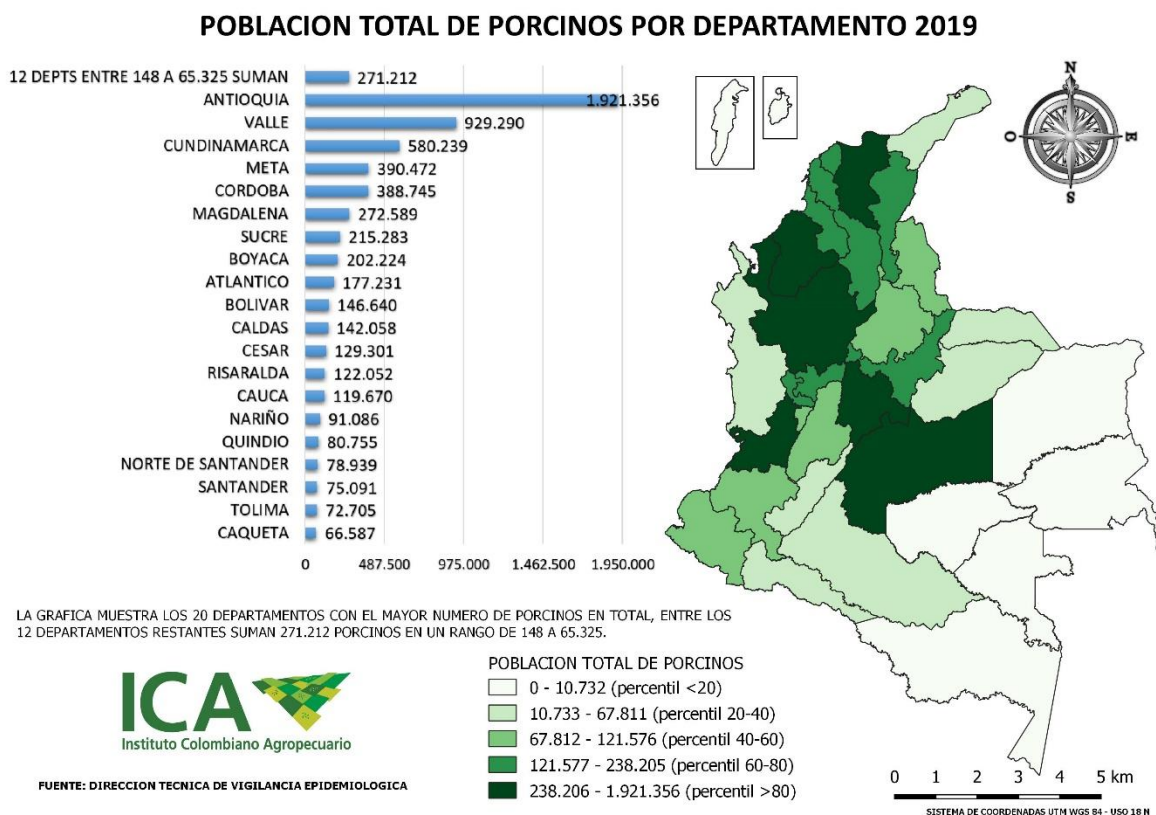


Figura 2. Población de porcinos en Colombia por departamentos. (Fuente: ICA 2020).

Este mismo estudio, indica que la distribución de los 237.380 predios porcinos en el país está concentrada principalmente en los departamentos de Córdoba (17,44%), Sucre (12,16%), Antioquia (8,22%), Norte de Santander (7,68%), Magdalena (7,32%), Bolívar (6,23%), Casanare (5,13%), Nariño (4,46%), Cesar (3,28%) y Valle del Cauca (3,11%) (ICA, 2020).

5.2.2.1. Tipos de procesos productivos

Según el enfoque o parte de la cadena productiva que desarrollen, Rodríguez, Rodríguez, Villasmil (2012) clasificaron las granjas porcícolas en los siguientes tipos (Ver Tabla 5):

Tabla 5

Tipos de procesos productivos de las granjas porcícolas

Tipo de granja	Descripción
Granjas de cría.	Se dedican a producir cerdo desde su nacimiento hasta el destete, con un promedio de 115 días de gestación, 21 días de lactancia y 7 días de destete, con un peso promedio de 15 kilos, para ser vendidos. Estas granjas por lo general manejan reproductores, hembras de reemplazo, hembras en gestación, hembras en lactancia, hembras vacías, hembras de descartes y lechones destetados.
Granjas de desarrollo de los cerdos.	Se dedican a engordar cerdos machos y hembras, para luego ser sacrificados o vendidos. Estas granjas compran lechones destetados, con un peso promedio de 15 kilos y los engordan hasta un peso promedio de 100 kilos, en un período que va desde el levante (60 días), desarrollo y crecimiento (30 días) hasta el engorde (45 días).
Granjas de ciclo completo o cerrado.	Son las granjas que realizan las actividades de cría y engorde, pues, estas explotaciones tienen sus propios reproductores (hembras y machos). Los lechones nacen en la misma granja, donde son criados y engordado hasta su sacrificio o venta.

Nota. Adaptado de Rodríguez, B., Rodríguez, M., & Villasmil, A. (2012). Costos de producción en explotaciones porcinas de ciclo completo en el Municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. Revista Venezolana de Gerencia (RVG), 709-729.

5.2.2.2. Identificación del residuo

Las excretas de cerdo son ricas en nitrógeno, este elemento funciona como constituyente para la formación de estructura celular y fibras. Del mismo modo, son ricas también en carbono, que sirve como fuente de energía. Armas (2016) definió, en su investigación titulada “Impacto de la inclusión de cerdaza como sustrato en la digestión anaerobia de purines”, los tipos de residuos orgánicos generados en las actividades de cría de porcinos, los cuales se definen en la Tabla 6.

Tabla 6

Tipos de residuos generados en las granjas porcícolas

Tipo de residuo	Descripción
Estiércol de cerdo.	El estiércol es el resultado del proceso digestivo del cerdo y se conforma por una fracción digerida y otra no digerida. El estiércol de cerdo está formado por las excreciones líquidas y sólidas.
La cerdaza.	Está constituida por la fracción de alimento consumido no digerido presente en el estiércol. Debido a esto, se realizan formulaciones nutricionales para ganado bovino utilizando cerdaza como ingrediente principal.
Los purines o porquinaza.	Es la unión de las excreciones líquidas y sólidas, más el agregado del agua residual proveniente del lavado de los corrales y restos de alimentos no ingeridos.

Nota. Armas, Y. (2016). Impacto de la inclusión de cerdaza como sustrato en la digestión anaerobia de purines. Zamorano, Honduras.

5.2.3. Sector bovino.

Gracias a su ubicación geográfica Colombia cuenta con gran variedad de pisos térmicos que van desde el nivel del mar hasta regiones de páramo, ello permite la explotación de diferentes razas bovinas productoras de carne, leche y doble propósito (ICA, 2020). Según el Censo Pecuario año 2020 (ICA, 2020), la población bovina en el país está distribuida en 623.794 predios y constituida aproximadamente por 27.234.027 animales, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (11,35%), Casanare (7,84%), Córdoba (7,84%), Meta (7,51%), Caquetá (6,97%), Santander (5,94%), Cesar (5,45%), Cundinamarca (5,32%), Magdalena (4,93%) y Bolívar (4,49%), indicando que el 67,63% de la población total nacional está distribuida para el 2019 en estos 10 departamentos (Ver Figura 3).

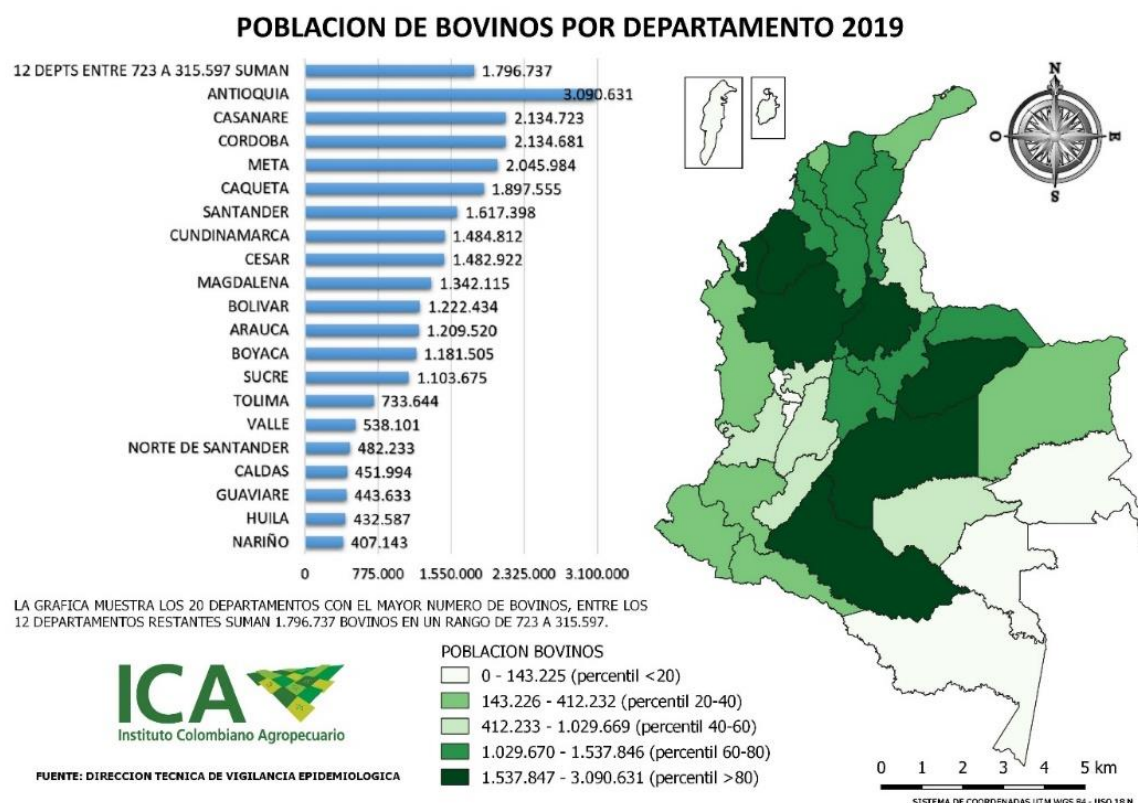


Figura 3. Cantidad de bovinos por departamentos en Colombia. (Fuente: ICA 2020).

Este mismo estudio, indica que la ubicación de los 623.794 predios en el país está concentrada principalmente en los departamentos de Boyacá (14,17%), Cundinamarca (12,75%), Antioquia (10,70%), Nariño (7,98%), Santander (6,41%), Córdoba (4,77%), Tolima (3,60%), Cauca (3,44%), Norte de Santander (3,22%) y Meta (2,98%), lo que representa el 70,01% de los predios con bovinos a nivel nacional.

5.2.4. Plantas de beneficio animal o mataderos.

Los mataderos o Plantas de beneficio animal (canales o rastros) son establecimientos donde se sacrifican y preparan los animales de abasto que están destinados al consumo humano y sometidos a vigilancia sanitaria constante para velar por la salud pública. (Arenas, Beltrán, &

Bobenrieth, 1995). Estos establecimientos cuentan con instalaciones industriales diseñadas para el proceso de obtención de carne de manera higiénica a través de la manipulación humana de los animales y de sus carnes, garantizando la división estricta de operaciones “limpias” y “sucias”. Además de esto, facilitan la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial de que carne infestada pueda llegar al público o contaminar el medio ambiente (Veall, 1993).

Con respecto a los aportes medioambientales de la actividad al desarrollo sostenible, aún hay mucho por hacer; como lo demuestran las siguientes cifras publicadas por Guerrero J. y Ramírez I. (2004) en su trabajo “Manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios”:

- El 99% de los mataderos en el país no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado.
- El 93% vierte sus aguas residuales directamente a un cuerpo de agua, al alcantarillado o a campo abierto.
- El 84% vierte el contenido ruminal directamente a los cuerpos de agua o en campo abierto.
- El 33% no hace en lo absoluto ningún uso de la sangre resultante de los procesos de sacrificio y faenado.
- El 57% no cuenta con rubro presupuestal propio.
- El 93% de los mataderos de Colombia son de carácter público.

En general, para transformación primaria existen en el país 1.314 mataderos en las clases III a IV y planchones (pequeñas centrales de sacrificio), los cuales procesan más de 50% del consumo

nacional y abastecen tanto los mercados locales como la demanda de ciudades próximas (Gerrero & Ramirez, 2004).

5.2.4.1. Identificación del residuo.

Los residuos generados de las actividades de producción de las plantas de beneficio animal se pueden clasificar en dos grandes grupos, residuos sólidos y semisólidos, y residuos líquidos (Gerrero & Ramirez, 2004).

5.2.4.1.1. Residuos sólidos y semisólidos.

En promedio, una res produce 40 Kg de rumen y 10 Kg de estiércol, equivalentes a 0,05 m³ en volumen aproximadamente. Otros residuos sólidos finos y gruesos, como pelos, pequeños pedazos de hueso y carne, entre otros, pueden ser recolectados e incorporados a la mezcla de rumen y estiércol. Por otro lado, los desechos de mayor tamaño deben ser recogidos aparte, ya que necesitan más tiempo y recursos para su descomposición, de esto depende el éxito de su manejo (Gerrero & Ramirez, 2004). Algunos de los métodos que actualmente existen como alternativa para la adecuada disposición de estos residuos son el reciclaje (en la producción de harinas, alimentos para animales, cepillos, entre otros), el enterramiento, la disposición final en relleno sanitario, la incineración y la descomposición natural controlada (Gerrero & Ramirez, 2004).

5.2.4.1.2. Residuos líquidos.

Los mataderos e instalaciones de producción de subproductos requieren una gran cantidad de agua potable. Generalmente, en un matadero, por cada res procesada se requiere un volumen de entre 1.000 a 1.200 litros de agua. Esta cantidad se puede duplicar cuando se habla de una

instalación de elaboración de subproductos. Sin embargo, si se necesitarán unos locales anormalmente grandes para mantener el ganado y para servicios auxiliares, estas cifras serían aún mayores. (Veall, 1993).

Las aguas residuales producidos en una planta de beneficio animal o matadero están compuestas principalmente por sangre, rumen, pelos, grasas y proteínas. Estos materiales le confieren al efluente una carga orgánica, DBO y carga de nutrientes media-alta (sangre), un contenido importante de sólidos en suspensión, y de grasas y aceites. Los vertidos líquidos de la operación de escaldado y lavado de carcazas, limpieza de equipos y de instalaciones también hacen parte del efluente residual (Condurhuamán & Salas, 2008).

6. Estado del arte

En Colombia, los estudios realizados acerca de la caracterización y/o análisis de los establecimientos pecuarios están enfocados en establecer la cantidad de predios dedicados al desarrollo de actividades del sector, el número de animales instalados en estos y la cantidad teórica de excrementos y material residual que es generado.

El Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual de Colombia, en el marco de la aplicación de las políticas enfocadas en promover las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), se incluye la identificación y la caracterización de algunos aspectos de las fuentes de generación de biomasa residual en el país. En la información generada sobre el sector pecuario se incluye la cantidad de aves, porcinos y bovinos en cada departamento del territorio nacional, así como la cantidad teórica de residuos generados en estos por el desarrollo de sus actividades productivas (UPME, 2011).

El Instituto Agropecuario Colombiano (ICA), en su más reciente censo pecuario del año 2020 dio a conocer la cantidad de predios y de animales instalados por cada departamento y municipio, clasificando la población según las especies (bovina, porcina, aviar, bufalina, equina, ovina y caprino). Anualmente el ICA hace la consolidación de datos a través de la recopilación de la información proporcionada por los propietarios de los establecimientos en la Forma 3-101 (Registro sanitario de predios pecuarios) que obedece a la resolución 1779 de 1998 del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA para el registro de fincas, de la información suministrada por los médicos veterinarios ICA líderes departamentales de cada especie y de vacunaciones. Adicionalmente, la información es complementada con registros de las UMATAS y de productores nacionales representados con sus respectivos gremios.

El inventario pecuario del 3er Censo Nacional Agropecuario, CNA enumeró la población de animales existentes y el número de Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) por departamentos, sin perjuicio del enfoque de la producción (cría, consumo continuo o para la venta). El inventario se llevó a cabo desde el 1º de enero hasta el 31 de diciembre del año 2014 para todos los animales por especies (bovina, bufalina, equina, porcina, ovina, caprina, avícola, acuícola y otras especies) independiente de la tenencia, edad, raza o sistema de producción en el área rural dispersa censada (DANE, 2016).

Por otro lado, en cuanto al análisis de los impactos ambientados generados por las actividades pecuarias, en México Cervantes F., Saldívar J., y Yescas J. (2007) en su artículo “Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura”, describen el efecto ambiental que genera la crianza intensiva de cerdos en México, concluyendo que el sector pecuario es por mucho el sector que más contamina, contribuyendo con el 97.67% de la contaminación nitrogenada de acuíferos. Esto como consecuencia de falencias en la gestión de más de 1,860 toneladas/día de estiércol porcino es generadas (considerando número de cabezas y edad del animal) (Cervantes, Saldívar, & Yescas, 2007).

Pinos J., García J., Peña L., Rendón J., González C., Tristán F. (2012), en su artículo titulado “Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América” explican que la salud humana puede verse afectada negativamente por el desarrollo de este tipo de actividades productivas. El asma, pulmonía y enfermedades oculares (irritación) pueden surgir cuando la ventilación en las granjas avícolas es deficiente. Adicionalmente, las personas están expuestas a riesgos de enfermedades por el consumo de agua

contaminada con estiércol, con contenidos altos de nitratos, hormonas, entre otros contaminantes. Por otro lado, los impactos más comunes sobre el medio son la generación de gases de efecto invernadero, eutrofización de cuerpos de agua y la sobrecarga de nutrientes en suelos de cultivo (García, y otros, 2012).

7. Metodología

7.1. Enfoque metodológico.

La presente corresponde a una investigación descriptiva en la que se buscó establecer el comportamiento ambiental de algunos subsectores del sector pecuario, esto a través de la consulta y organización de datos cualitativos y cuantitativos de distintas fuentes de información secundaria, referentes a las variables técnicas y ambientales de interés asociadas específicamente a las actividades de producción de las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal. En el marco de la investigación se busca determinar las asociaciones que los subsectores de análisis del sector pecuario tienen sobre el ambiente, haciendo una correlación de las entradas y salidas de cada etapa desarrollada en estos establecimientos.

La información generada puede servir como modelo para futuras investigaciones que se enfoquen en el análisis de otras actividades pecuarias y como base para investigaciones que vayan a profundizar en temas relacionados con algunas de las variables analizadas.

7.2. Procedimiento de Análisis

Para el desarrollo del presente trabajo de grado en el que se analizaron las fuentes generadoras de pollinaza, porquinaza y bovinaza del departamento del Atlántico que tienen potencial de aprovechamiento energético, se tomó como referencia principal la base de datos y expedientes de seguimiento de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico-CRA (autoridad ambiental competente), empleándose los registros más recientes, correspondientes a los del segundo semestre del año 2019.

Partiendo de la información de la CRA se realizó la ubicación de los proyectos correspondientes a las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal, determinando a la vez aquellos que se encuentran activos o en ejecución en el área de estudio. Por otra parte, se realiza la caracterización de los sitios de generación del material de interés empleando información de los expedientes e información secundaria de distintas fuentes.

Finalmente se procedió a la identificación de los impactos ambientales, a través de un diagrama de flujo en el que se consideraron las etapas típicas del proceso de producción de las granjas avícola, porcícolas y de las plantas de beneficio animal, identificando las interacciones ambientales.

7.3. Identificación de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y estiércol de ganado objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA-.

Para llegar a la determinación de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y estiércol se realizó una revisión y depuración de los expedientes de seguimiento del segundo semestre del 2019 de la CRA. A partir de estos expedientes se individualizaron e identificaron cada una de las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal del Departamento del Atlántico. Este proceso fue desarrollado siguiendo las etapas que a continuación son descritas:

7.1.1. Revisión y depuración de los registros del periodo 2019-2 de la Corporación Autónoma Regional de Atlántico- CRA.

Se revisaron los registros del periodo 2019-2, contenidos en el documento llamado “Registros CRA 2019-2” (Ver Anexo 1), el cual corresponde a una lista de expedientes referentes a entrega

de documentos y ejecución de trámites de proyectos a los que la Autoridad ambiental del Atlántico realiza seguimiento. A partir de estos expedientes se determinaron aquellos que pertenecen a granjas avícolas y porcícolas, y plantas de beneficio animal, efectuando de esta manera un primer filtro que generó como resultado el documento “Registros CRA 2019-2 depurados” (Ver Anexo 2). Los registros fueron utilizados para consultar, a través de la plataforma virtual de uso de la CRA *“Docunet Web”*, documentos como: informes de visitas técnicas, planes de manejo ambiental, permisos de captación de aguas, permisos de vertimientos, planes de cumplimiento ambiental, entre otros. Es así como se obtiene la identificación e individualización de cada granja y planta de beneficio incluida en el Anexo 2. De esta forma se creó la base de datos “Identificación de proyectos de interés” (Ver Anexo 3).

7.1.2. Exclusión de los proyectos inactivos y unificación de expedientes.

Para el abordaje de esta etapa se realizaron varias actividades que permitieron identificar de forma más precisa las empresas objeto de análisis. La primera actividad corresponde a un segundo filtro, el cual se realizó a través de entrevistas a los funcionarios de la CRA encargados del seguimiento ambiental de las granjas y plantas de beneficio, los cuales determinaron cuáles de los proyectos seleccionados en el paso anterior hicieron cese de sus actividades productivas, para así continuar solamente con los proyectos actualmente activos.

Seguido a esto, considerando que algunas granjas y plantas de beneficio contaban con más de un expediente, se unificaron aquellos que hacían referencia a un mismo establecimiento. Con esta etapa de conformó una segunda base de datos llamada “Proyectos activos con expedientes unificados” (Ver Anexo 4).

7.1.3. Revisión de los informes de las visitas técnicas realizadas a las granjas avícolas y porcinas.

Después de haber creado la base de datos *“Proyectos activos con expedientes unificados”*, fueron adquiridos, desde la CRA, los informes de las visitas técnicas realizadas a las granjas y plantas de beneficio en los años 2018 y 2019, los cuales a la fecha de la realización de esta investigación no estaban cargados en la plataforma. Esta información fue revisada con el fin de comparar y complementar la información previamente obtenida acerca de los establecimientos activos, con una más reciente.

7.4. Caracterización de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza, implementando las variables de interés para la CRA en el marco de sus funciones de control y seguimiento ambiental.

7.1.4. Determinación de los aspectos y variables de interés.

Para la caracterización de las fuentes de generación de residuos se diseñó un instrumento de ordenamiento de datos, con variables establecidas y de interés por parte de la CRA. La selección tuvo en cuenta los requerimientos legales ambientales existentes para empresas de este sector, los principales permisos, autorizaciones o concesiones ambientales potenciales y demás datos técnicos de interés para la CRA. Las variables corresponden a datos de identificación, ubicación, producción y manejo ambiental (ver Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9).

Tabla 7

Criterios para la caracterización de las granjas avícolas.

Aspectos	Variables
Identificación	Razón social, Nombre, Nit., No. Expediente, Nombre del Representante Legal, Nombre Contacto, Email, Teléfonos, Mail
Ubicación	Dirección del proyecto, Municipio, Cod. Municipal, Ubicación Geográfica
Producción	Área de galpones, Número de galpones, Enfoque de la granja, Producción No. Aves
Ambiental	Concesión de agua, Fuente de abastecimiento de agua, Generación de Residuos, Medidas para el manejo de residuos pecuarios

Nota: Las variables fueron seleccionadas según criterio del autor (Fuente propia).

Tabla 8

Criterios para la caracterización de las granjas porcícolas.

Aspectos	Variables
Identificación	Razón social, Nombre, Nit., No. Expediente, Nombre del Representante Legal, Nombre Contacto, Email, Teléfonos, Mail
Ubicación	Dirección del proyecto, Municipio, Cod. Municipal, Ubicación Geográfica

Aspectos	Variables
Producción	Número de galpones, Área de galpones, Enfoque de la granja, Volumen manejado No. Cabezas
Ambiental	Cantidad teórica de porquinaza generada en un año, Fuente de abastecimiento, Tratamiento de potabilización, Concesión de agua, Medidas de manejo de los residuos pecuarios

Nota: Las variables fueron seleccionadas según criterio del autor (Fuente propia).

Tabla 9

Criterios para la caracterización de las plantas de beneficio animal.

Aspectos	Variables
Identificación	Razón social, Nombre, Nit., No. Expediente, Nombre del Representante, Legal, Nombre Contacto, Email, Teléfonos, Mail
Ubicación	Dirección del proyecto, Municipio, Cod. Municipal, Ubicación Geográfica
Producción	Especies sacrificadas, Promedio de animales sacrificados al mes
Ambiental	Fuente de abastecimiento de agua, Tratamiento de potabilización de agua, Concesión de agua, Generación de Residuos, Medidas para el manejo de residuos pecuarios

Nota: Las variables fueron seleccionadas según criterio del autor (Fuente propia).

7.1.5. Caracterización de las granjas y plantas de beneficio animal seleccionadas.

La caracterización de las granjas y plantas de beneficio animal seleccionadas se realizó principalmente a través de información secundaria suministrada por la CRA, siendo obtenida puntualmente de los Planes de Manejo Ambiental -PMA-, permisos de vertimientos, permisos de captación de agua y de informes de visitas técnicas de estos establecimientos.

De igual forma, se emplearon otras fuentes de información secundaria, tales como entrevistas y la bibliografía consultada en la web, para complementar la información de la caracterización y hacer estimativos de generación de pollinaza, porquinaza y estiércol.

7.2. Análisis a nivel sectorial de los impactos ambientales potenciales de las fuentes de generación de los residuos pecuarios del Departamento del Atlántico.

Se utilizó el método de diagrama de procesos incluido dentro del *Manual De Evaluación De Impacto Ambiental De Proyectos, Obras O Actividades* de Jorge Alonso Arboleda González (2008). Este método consiste en utilizar el diagrama de un proceso, mostrando las entradas y las salidas de cada una de las etapas y/o actividades que hacen parte de este. En esta metodología las actividades hacen referencia a las Acciones Susceptible de Producir Impactos-ASPI y las entradas y salidas corresponden a los aspectos ambientales, a partir de los cuales se pueden identificar los impactos.

7.2.1. Identificación de los impactos ambientales en las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal.

A partir de información secundaria se describieron las etapas y actividades típicas del proceso de producción en granjas avícolas y porcícolas, y plantas beneficio animal, identificándose las entradas y salidas en cada una.

Para la identificación de los potenciales impactos ambientales se realizó un análisis de cada etapa o actividad, considerando como datos de principal importancia los insumos, sustancias químicas, energía y demás recursos empleados, de igual manera se realiza un análisis de las potenciales salidas entre las que se encuentran los vertimientos, residuos sólidos, emisiones, productos y subproductos.

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a hacer una descripción y clasificación de estos según el medio y componente ambiental sobre el cual tienen incidencia. Los impactos ambientales identificados fueron nombrados de acuerdo al “*Listado De Impactos Ambientales Específicos En El Marco Del Licenciamiento Ambiental*” (MADS, 2020).

8. Resultados y análisis

En esta sección se exponen los resultados que se obtuvieron con el desarrollo del presente trabajo, mostrando de forma clara y concisa, mediante el uso de tablas, figuras y mapas, los datos generados durante la etapa de revisión de bases de datos. Haciendo uso de las herramientas de ilustración de datos utilizadas, se analiza e interpreta la información contenida en la base de datos generada, alcanzando de esta manera una visión de la realidad del conjunto de aspectos relacionados a las fuentes de generación de residuos pecuarios en el departamento del Atlántico.

8.1. Identificación de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y estiércol de ganado objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA-.

Al realizar la depuración del “Registros CRA 2019-2” (Ver Anexo 1), en donde se tienen un registro de 5.933 expedientes de distintas empresas y proyectos presentes en el departamento del Atlántico, se pudo identificar la existencia de 199 proyectos correspondientes a plantas de beneficio animal, granjas avícolas y porcícolas, los cuales están contenidos en el documento “Registros CRA 2019-2 depurados” (Ver Anexo 2).

Según la información obtenida con la depuración del Anexo 2, el 59,8% de los proyectos corresponden a Granjas avícolas, el 25,1% a Granjas porcícolas y el 15,1% a Plantas de beneficio animal (Ver Anexo3) (Ver Tabla 10).

Tabla 10

Cantidad de expedientes de empresas avícolas y porcícolas, y plantas de beneficio animal.

Proyectos	Cantidad de expedientes
Granjas avícolas	119
Granjas porcícolas	50
Plantas de beneficio animal	30
TOTAL	199

Nota: Adaptado del Anexo 3. Identificación de proyectos de interés (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De los 199 proyectos identificados de manera inicial se pudo identificar duplicidad de expedientes, proyectos que solicitaron permisos ambientales pero que nunca entraron a operación y empresas con varios expedientes.

A partir de los anterior, se procedió a la unificación de los expedientes correspondientes al mismo proyecto, determinando a la vez cuales de estos se encuentran desarrollando sus actividades productivas (activos). Pudiendo establecer en esta segunda depuración un número de 92 establecimientos entre granjas y plantas de beneficio animal en funcionamiento (Ver Tabla 11), en el Anexo 4 se enlistan las empresas de análisis.

Tabla 11

Cantidad de granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal.

Tipo de proyectos	No. De proyectos
Granjas avícolas	54
Granjas porcícolas	32
Plantas de beneficio animal	6
TOTAL	92

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En la Figura 4 se puede visualizar que más de la mitad de las instalaciones de producción pecuaria consideradas en este estudio corresponden a granjas avícolas, con 54 instalaciones que corresponden a aproximadamente el 59% del total de instalaciones de producción pecuaria identificadas en el departamento del Atlántico; seguido por el subsector porcícola, con 32 granjas que representan aproximadamente el 35% del total de instalaciones; y por último, las Plantas de Beneficio animal son la minoría al haber solo 6 de estas, correspondientes a un 6% del número de instalaciones.

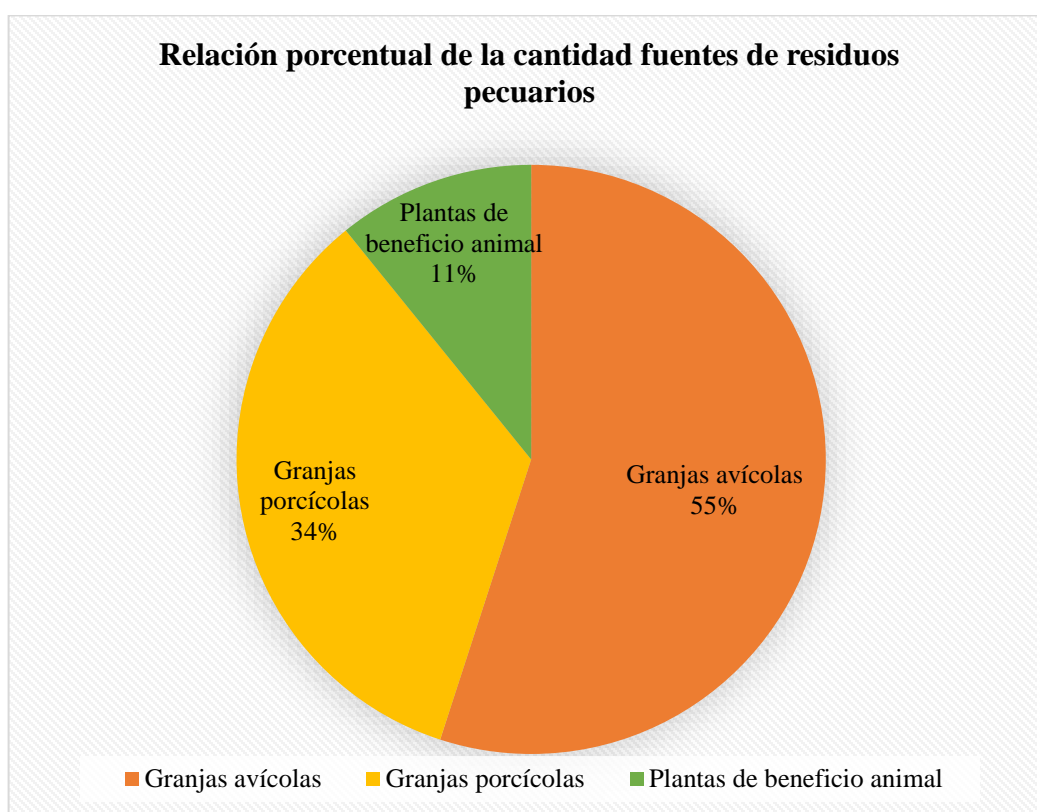


Figura 4. Relación porcentual de la cantidad de fuentes de residuos pecuarios en el Dpto. del Atlántico.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

8.2. Caracterización de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza, implementando las variables de interés para la CRA en el marco de sus funciones de control y seguimiento ambiental.

Para establecer una caracterización de las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza, se emplearon las variables de: distribución espacial, producción y algunas de las relacionadas con el ámbito ambiental. Con esto se pretendió establecer un consolidado de la información referente a los establecimientos identificados, útil para conocer el estado y algunos aspectos de la actividad avícola, porcícola y de sacrificio de bovinos en el departamento del Atlántico.

La información referente a la ubicación de las granjas y plantas de beneficio animal es de suma importancia, ya que además de contribuir a la identificación de estos establecimientos, fue esencial para determinar la cantidad de cada uno de estos que hay en los municipios, y también para conocer la forma en que están dispersos en el territorio del departamento.

Por otro lado, los datos de producción permiten elaborar un panorama del estado y la intensidad de los subsectores avícolas, porcícolas y de las plantas de beneficio animal. Esta información es para conocer cuáles son las actividades pecuarias con más fuerza en el departamento del Atlántico.

En cuanto a las variables ambientales, a través de estas se pueden conocer las principales relaciones entre los establecimientos y el ambiente. Por tanto, se incluyeron las fuentes de abastecimiento de agua, tratamientos de potabilización, generación de residuos pecuarios y el manejo realizado a estos. Estos aspectos a su vez, son esenciales para la identificación de los

potenciales impactos ambientales asociados a las actividades de producción de estos centros pecuarios.

La caracterización fue obtenida a partir de la información relacionada en informes técnicos de visitas de campos, planes de manejo ambiental, entre otros documentos. A partir de esta caracterización se elaboró una base de datos (Ver Anexo 4) que contiene información de las granjas y plantas de beneficio animal identificadas. En esta base de datos se incluye información de identificación, ubicación, producción y manejo ambiental de los proyectos, sirviendo para conocer aspectos como la distribución espacial de los establecimientos, la producción de cada sector, el tipo de abastecimiento de agua y el manejo de los residuos generados por el desarrollo de las actividades no domésticas.

A continuación, se establece la caracterización por cada una de las fuentes generados de análisis.

8.2.1. Granjas avícolas.

En esta sección se exponen y analizan los datos referentes a la distribución espacial, producción y algunas variables ambientales de las granjas avícolas identificadas.

8.2.1.1. Análisis de la distribución espacial de las granjas avícolas en el departamento del Atlántico.

A continuación, se muestra la cantidad de granjas avícolas presentes en cada municipio del departamento del Atlántico (Ver

Tabla 12) (Ver Figura 5).

Tabla 12

Distribución de las granjas avícolas en los municipios del departamento del Atlántico.

Granjas avícolas	
Municipio	Cantidad
Baranoa	10
Campo de la Cruz	0
Candelaria	0
Galapa	6
Juan de Acosta	0
Luruaco	1
Malambo	6
Manatí	0
Palmar de Valera	1
Piojó	0
Polonuevo	11
Ponedera	3
Puerto Colombia	3
Repelón	1
Sabanagrande	7
Sabanalarga	3
Santa Lucía	0
Santo Tomas	2
Soledad	0
Suán	0
Tubará	0
Usiacurí	0
Total	54

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados.

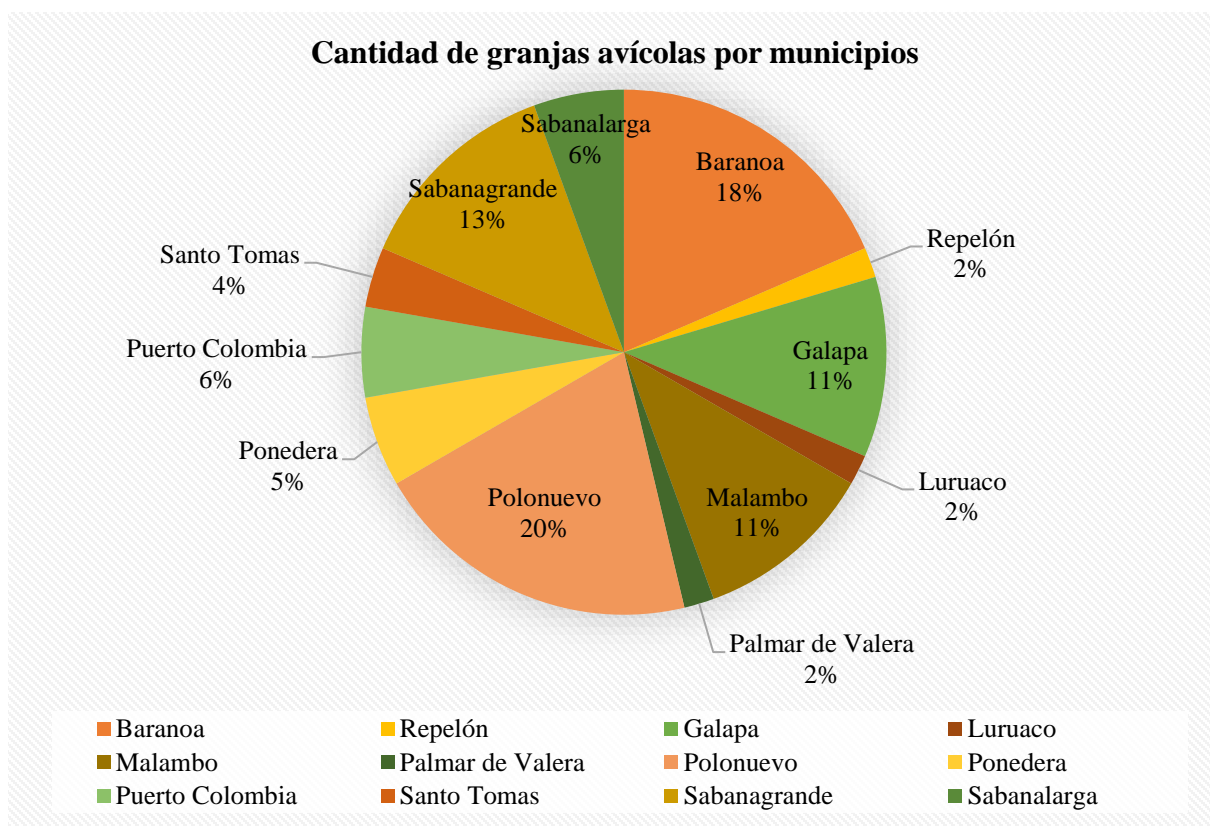


Figura 5. Distribución de las granjas avícolas en los municipios del departamento del Atlántico.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En concordancia con la Tabla 12 y la Figura 5, solo en 12 municipios de 22 (se excluye a barranquilla por no ser parte de la jurisdicción de la CRA) municipios que conforman el departamento del Atlántico, se encontró que hay presencia de granjas avícolas, resaltando el hecho de que el 38,88% de estas fuentes de generación de residuos pecuarios está localizado en 2 municipios circunvecinos: Baranoa con 10 granjas y Polonuevo con 11, ambos ubicados en la parte central del departamento.

Adicionalmente se generó un mapa en el cual se puede observar que existe una tendencia de aumento de la densidad de establecimientos avícolas hacia la zona central y centro oriental del departamento del Atlántico (Ver Figura 6).

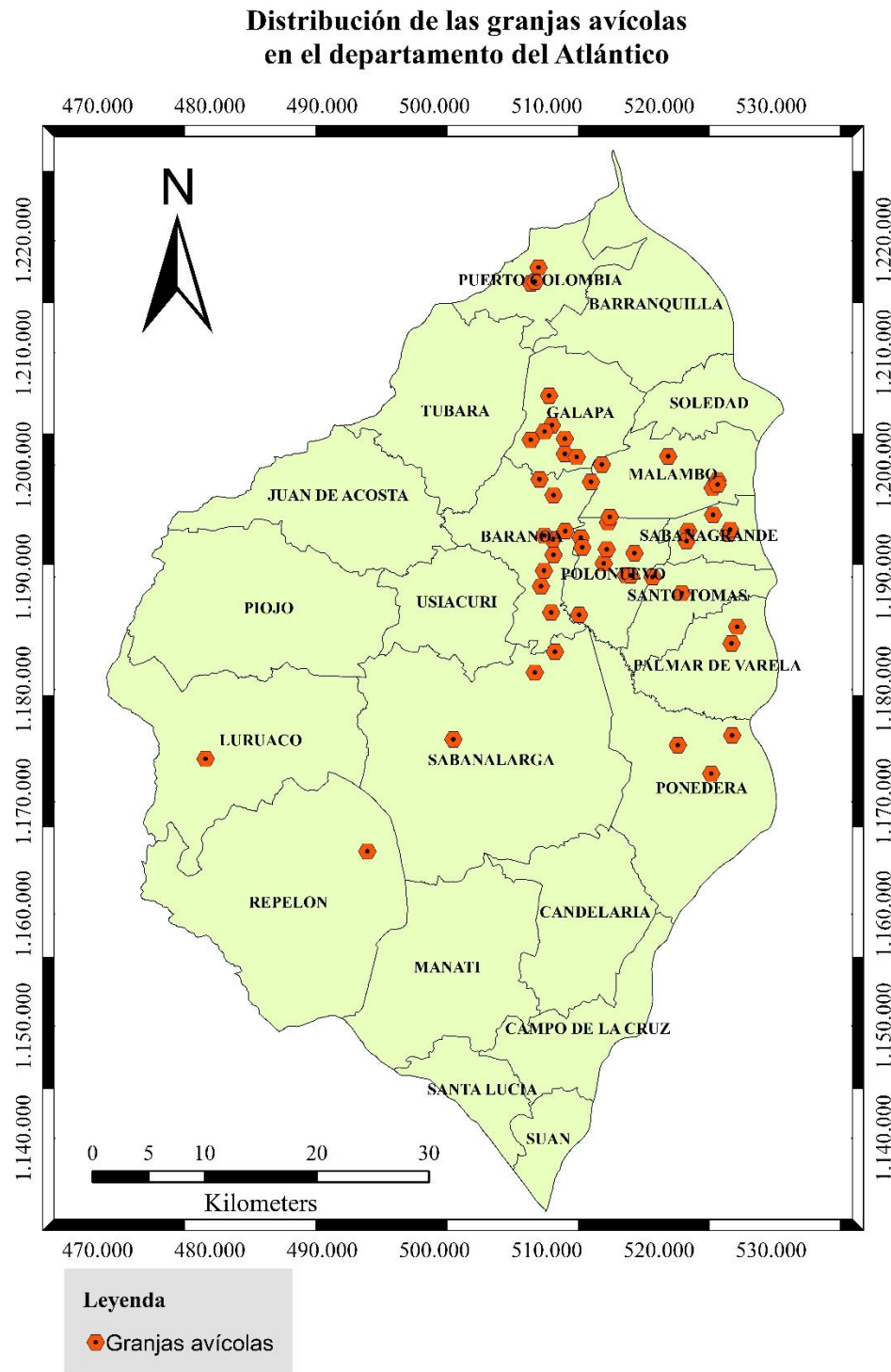


Figura 6. Mapa del departamento del Atlántico con la representación de la ubicación geográfica de las granjas avícolas. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2018).

Este mapa puede ser observado en el Anexo 6.

8.2.1.2. Producción en las granjas avícolas.

En esta sección se describen las características de las instalaciones (área y número de galpones), enfoque de las granjas (producción de pollos para consumo humano, producción de gallinas para la producción de huevos, producción de huevos para consumo humano y producción de huevos fértiles) y número de aves albergadas.

8.2.1.2.1. Características de las instalaciones.

Las instalaciones con las que cuentan las granjas avícolas para albergar las aves corresponden a galpones, los cuales son los espacios en los que las aves son alimentadas y cumplen su desarrollo hasta el momento de su evacuación para ser enviadas hacia las plantas de beneficio. Para el análisis se emplearon los datos que fueron registrados en el Anexo 4.

Haciendo la sumatoria del número de galpones de las granjas avícolas se determinó que en el departamento del Atlántico hay 394 galpones destinados a la explotación avícola (Ver Tabla 13). Se debe mencionar que este dato corresponde a la sumatoria del número de los galpones de 51 de las 54 granjas identificadas, ya que no se encontró esta información para los 3 restantes.

De la misma manera se obtuvo el área total de galpones, siendo esta de 432.670 m². En este caso solo se consideraron 49 de las 54 granjas de la base de datos, debido a que en los documentos de 5 de estas no estaba la información correspondiente.

Tabla 13
Instalaciones avícolas en el departamento del Atlántico.

Instalaciones avícolas en el departamento del Atlántico		
Municipios	Número de galpones	Área de galpones (m2)

Baranoa	74	63.698
Galapa	53	53.092
Luruaco	24	24.487
Malambo	51	63.702
Palmar de Varela	4	3.080
Polonuevo	58	79.896
Ponedera	12	21.462
Puerto Colombia	26	17.930
Repelón	8	2.652
Sabanagrande	58	66.884
Sabanalarga	22	33.787
Santo Tomás	4	2.000
Total	394	432.670

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

8.2.1.2.2. *Enfoque de las granjas.*

Las granjas avícolas tienen enfoques diferentes según el proceso de producción que desarrollan, en este orden de ideas fueron clasificadas en:

- Granjas avícolas productoras de huevos para consumo humano: en estas se albergan gallinas ponedoras durante un ciclo que dura aproximadamente 60 semanas (420 días), periodo durante el cual se obtienen huevos destinados para el consumo humano (Granja Avícola Fátima, 2010).
- Granjas avícolas productoras de huevos fértiles: al igual que el enfoque anterior, se manejan gallinas ponedoras durante un ciclo de aproximadamente 60 (420 días) semanas, con la diferencia de que los huevos producidos están fertilizados. De estos huevos

proviene los pollitos empleados en la producción avícola en general (Granja Avícola Caluce, 2018)

- Granjas avícolas productoras de pollos para consumo humano: en estas se lleva a cabo el levante y engorde de aves destinadas para hacer parte de la oferta de carne de pollos. El ciclo de producción desarrollado en este tipo de enfoque es corto en relación a los demás, ya que tiene una duración de aproximadamente 55 días, (45 días de desarrollo de los pollos y 10 de preparación de galpones) (Granja Avícola Moralandia, 2011).
- Granjas avícolas de levante de gallinas ponedoras: en ellas se lleva a cabo el levante de pollitas desde que tienen pocos días de vida hasta que alcanzan una edad de aproximadamente 20 semanas (140 días) y se convierten en gallinas ponedoras (Granja Avícola Villa Mónica, 2009)

A continuación, se ilustra la cantidad de granjas según cada uno de los 4 enfoques definidos anteriormente (Ver Figura 7).

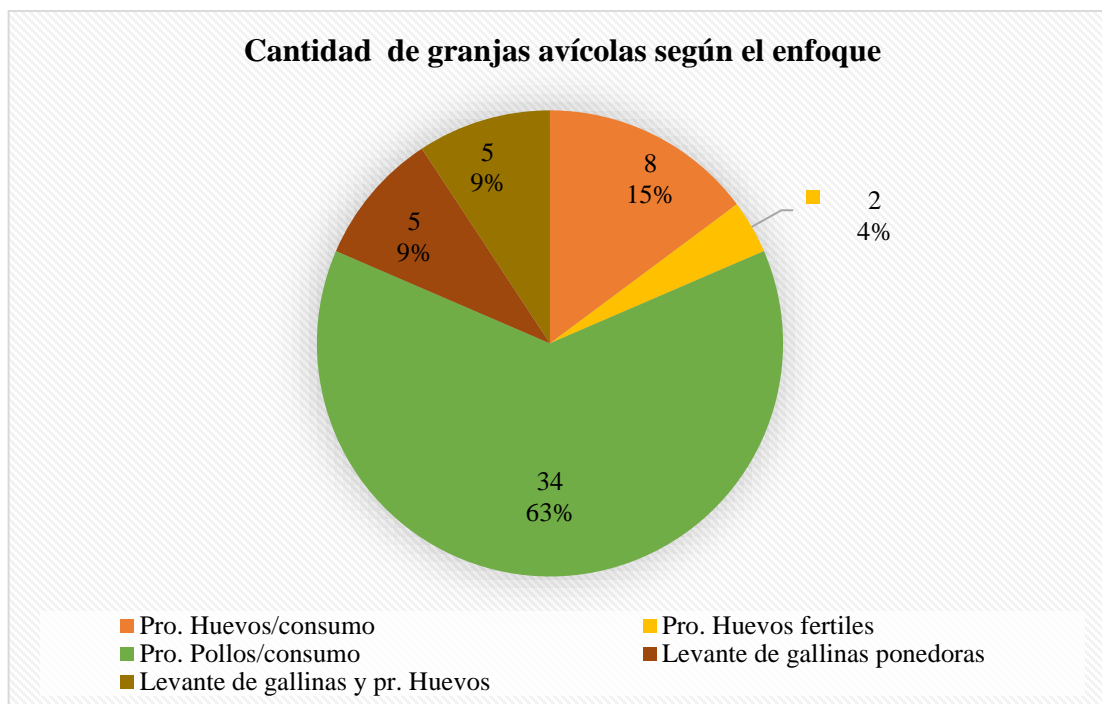


Figura 7. Cantidad de granjas avícolas según enfoque.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De acuerdo a la Figura 7, casi las dos terceras partes (63%) de las granjas avícolas están enfocadas en la producción de pollos para consumo humano, por lo que, considerando que su ciclo de producción es el más corto entre los enfoques anteriormente descritos, se presume que esta es la sección de la explotación avícola que cuenta con mayor dinamismo en el departamento, es decir, en la que hay mayor flujo de insumos, materias primas, energías, y así mismo, de productos y residuos.

8.2.1.2.3. Producción.

La producción avícola en el departamento del Atlántico está constituida de la siguiente manera (Ver Tabla 14):

Tabla 14

Cantidad de aves instaladas según el enfoque de las granjas.

Enfoque de las granjas	Número de aves instaladas
Granjas productoras de pollos para consumo humano	5.969.330
Granjas productoras de huevos para consumo humano	1.252.665
Granjas dedicadas al levante de gallinas ponedoras	199.500
Granjas productoras de huevos fértiles	166.000
Granjas dedicadas al ciclo completo de gallinas ponedoras (levante y producción de huevos)	219.000
Total	7.806.495

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En la Figura 8 se muestran de manera porcentual los datos anteriores, obteniendo que, de los 5 enfoques identificados, las granjas productoras de pollos para consumo humano tienen aproximadamente las tres cuartas partes del número total de aves determinado.

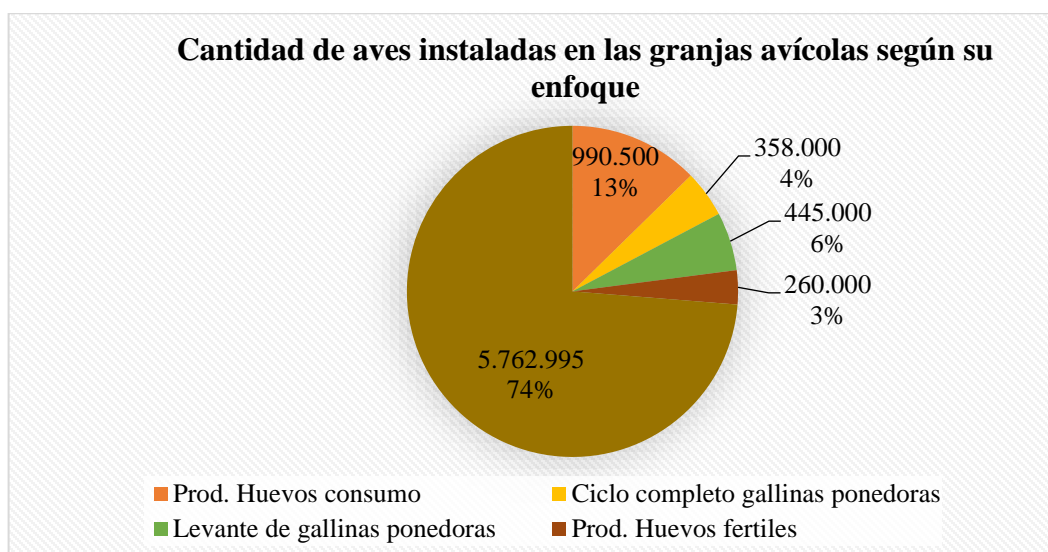


Figura 8. Cantidad de aves instaladas en las granjas avícolas según su enfoque.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Sí se compara el número total de aves obtenido en esta investigación, con la cantidad de aves instaladas en granjas de engorde, de levante y de postura publicada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en su censo 2020, en donde se establece que en el departamento del Atlántico una cantidad de 7.405.493 animales, se obtiene una diferencia de 401.002 aves que representan una variación del 4,55%. Se debe mencionar que el ICA reporta 73 granjas (analizándose en este estudio 54), lo que indica que la variación podría ser mayor (Ver Anexo 5).

La diferencia entre la cantidad de aves reportada por esta investigación y la publicada por el ICA puede ser atribuida principalmente a que los documentos revisados para consolidar la información de esta investigación no pertenecen al año 2019 (año al cual pertenecen los datos del Censo del ICA 2020) ya que son archivos cuyos datos pertenecen al 2018 y otros años anteriores. Esta justificación puede ser fundamentada en que la cantidad de ejemplares instalados en las granjas varía continuamente debido a que los ciclos de producción son cortos, especialmente el de las aves de levante y engorde para consumo humano.

8.2.1.3. Análisis de las variables ambientales de las granjas avícolas.

A continuación, se expone la información referente a las variables ambientales de las fuentes de generación de pollinaza identificadas. Estas variables corresponden al tipo de abastecimiento de agua, tratamientos de potabilización de agua, cantidad de residuos pecuarios generados y manejo de residuos pecuarios.

8.2.1.3.1. Tipo de abastecimiento de agua.

Las granjas avícolas obtienen el agua requerida para la producción y para algunas actividades domésticas a través de fuentes subterráneas (pozos), superficiales (ciénaga, quebrada, jagüey,

etc.), acueducto municipal o de otras granjas. A continuación, se muestra la cantidad de granjas que utilizan cada una de las fuentes anteriormente mencionadas (Ver Figura 9).

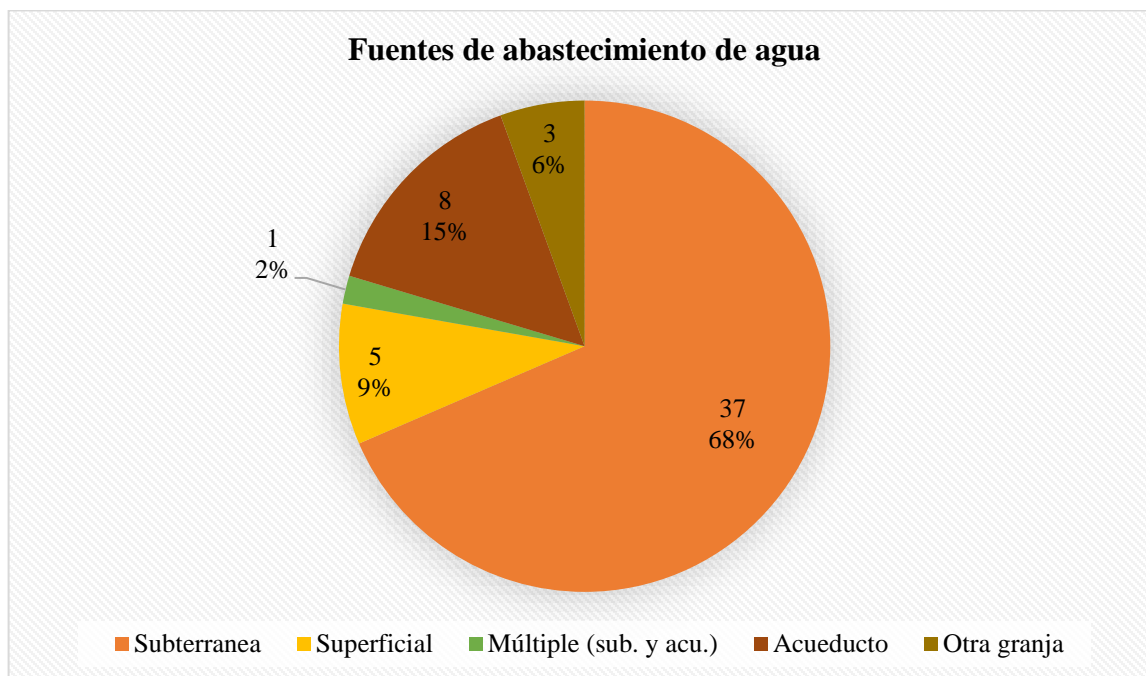


Figura 9. Fuentes de abastecimiento de agua utilizadas por las granjas porcícolas.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En la Figura 9 se puede apreciar que la mayoría de las granjas avícolas (68%) se abastecen de fuentes subterráneas de agua a través de pozos profundos. Esto es atribuible a que la ubicación de los proyectos corresponde a zonas rurales, las cuales pueden relacionarse con la inexistencia de redes de acueductos o sistemas que presentan deficiencias en el abastecimiento.

Las granjas que utilizan el recurso hídrico subterráneo o una fuente superficial, son proyectos que requieren de una concesión de agua para efectuar el abastecimiento y aprovechamiento. Sin embargo, a través de la caracterización se encontró que no todas tienen vigente dicha autorización, tal como se muestra en la Figura 10.

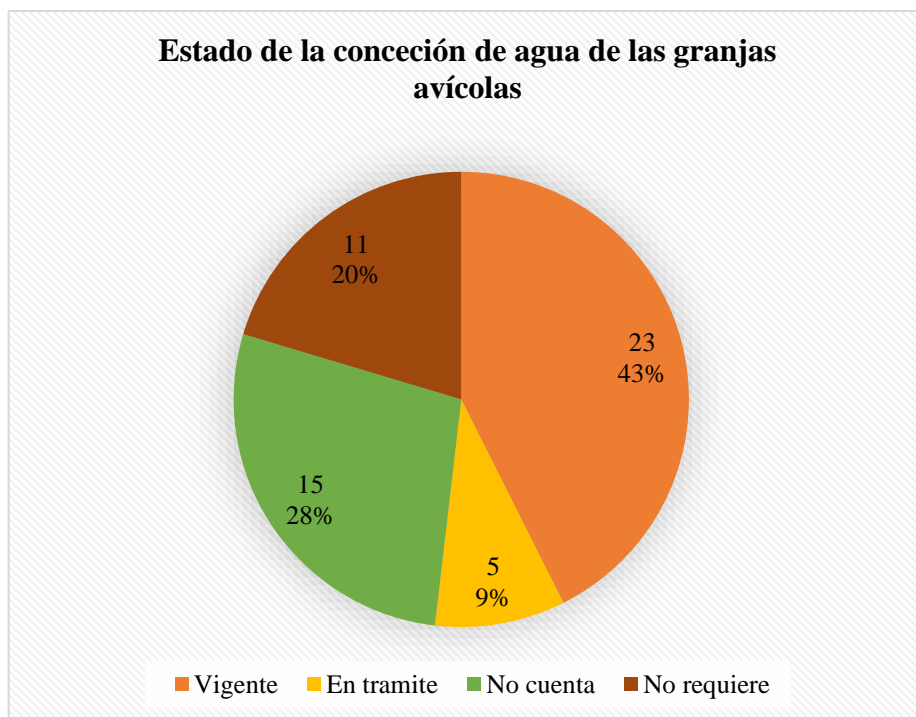


Figura 10. Estado de la concesión de agua de las granjas avícolas.

Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De la Figura 10, se puede establecer que el 46,5% de las granjas que requieren una concesión de agua no tienen vigente tal autorización. Esto indica que más de la mitad de estos establecimientos están realizando aprovechamiento del recurso sin el debido seguimiento. No obstante, se debe mencionar que el 9% de estas granjas se encuentran realizando el procedimiento para adquirir la concesión, sin embargo, este porcentaje representa solo la quinta parte aproximadamente.

8.2.1.3.2. Tratamiento de agua potable.

Las granjas avícolas del departamento del Atlántico cuentan con sistemas de potabilización de agua, los cuales se emplean para el tratamiento del agua.

Se encontró que el 68,51% de las granjas caracterizadas están implementando un sistema de potabilización del agua destinada para ser usada en el proceso productivo y en algunas de las actividades domésticas. Adicionalmente se determinó que otras 14 granjas están usando el recurso tal cual es obtenido de la fuente de abastecimiento y otras 3 no tienen información disponible al respecto.

En la Figura 11 se puede observar la cantidad de granjas que implementan algún tratamiento de potabilización de agua, considerando el tipo de abastecimiento. Con esta grafica se pretendió determinar si existe una correlación entre la fuente de abastecimiento y la existencia de sistemas de tratamiento de agua, hallando que la mayoría de las granjas que tienen como medio de abastecimiento de agua una fuente subterránea no realiza tratamiento para la potabilización de esta.

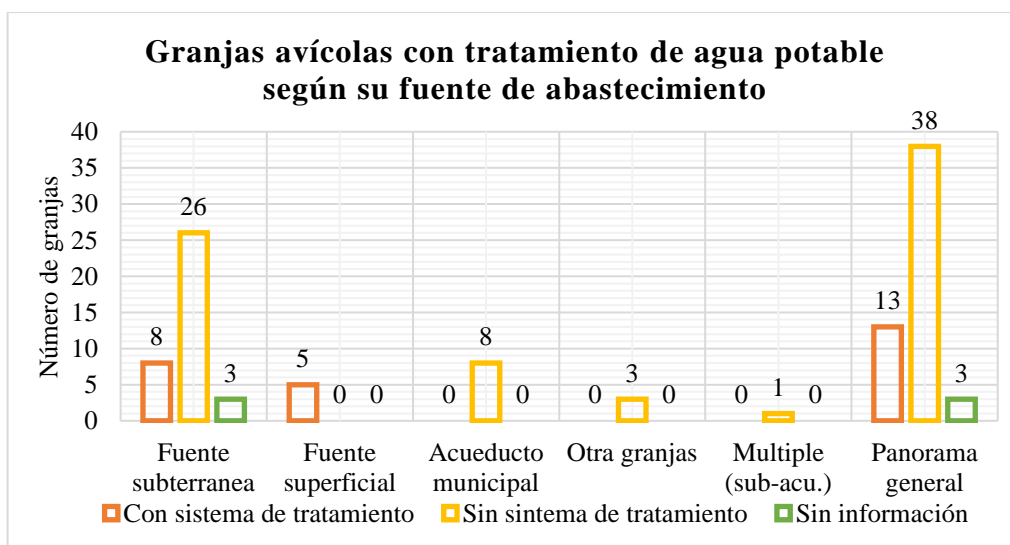


Figura 11. Granjas avícolas con tratamiento de agua potable según su fuente de abastecimiento. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De acuerdo a la Figura 11, el 70,37% de las granjas caracterizadas no implementan sistemas de potabilización de agua, a pesar de que solo el 14,81% tienen como fuente de abastecimiento el acueducto municipal. De hecho, solo el 23,52% de las granjas que tienen pozos profundos realizan un tratamiento.

En el caso de los establecimientos que hacen uso de un acueducto municipal, ninguno de estos aplica tratamientos de potabilización, por lo que se infiere que la calidad del agua suministrada es confiable para las empresas que desarrollan la actividad productiva en las granjas.

Por otro lado, en las granjas en las que sí lleva a cabo la potabilización de agua, se identificaron como sistemas más comunes los filtros de arena y de carbón activado, al igual que los sistemas de coagulación y floculación, empleando sulfato de aluminio; y sistemas de desinfección, empleando hipoclorito de sodio.

8.2.1.3.3. Generación de Pollinaza y Gallinaza.

En esta sección se realiza la estimación de la generación de pollinaza-gallinaza de manera teórica, considerando fuentes de información secundaria del sector. La pollinaza, gallinaza, mortalidad de aves y aguas residuales generadas durante el lavado de los galpones corresponden a los residuos pecuarios generados en las granjas avícolas identificadas.

FENAVI, en su cartilla “Estabilizador de suelo a partir de pollinaza/gallinaza” publicada en el año 2018, indica que, “según información estimada en promedio, un pollo de engorde produce en su ciclo de vida 2,4 Kg de pollinaza, y una gallina ponedora alcanza los 13,5 Kg de gallinaza” (FENAVI, 2018), esta última durante su etapa de producción de huevos.

Por otro lado, para determinar la cantidad pollinaza generada por animal en la crianza de las gallinas de postura, se consideró que cada ave dispone en su cama de 0,230 kg/ciclo de tamo limpio (cascarilla de arroz) y genera deyecciones equivalentes a 0,07 kg /día (Escalante, Sanguino, Téllez, & Vasquez, 2009). De esta manera, al final de los 4 meses de duración del ciclo, se obtiene una cantidad teórica de pollinaza de 8,63 Kg/ave (Ver Tabla 15).

Tabla 15

Generación pollinaza y gallinaza (ave/ciclo).

Generación pollinaza y gallinaza (ave/ciclo)		
Tipo de producción	Duración ciclo ^a	Cantidad de pollinaza y gallinaza (Kg/ciclo)
Pollos de engorde	55 días	2,4
Crianza de gallinas ponedoras	140 días	8,63
Gallinas ponedoras en producción (huevos para consumo o fertilizados)	420 días	13,5

Nota. Adaptado del Plan de Manejo Ambiental, Granja Avícola Fátima, 2010; Plan de Manejo Ambiental, Granja Avícola Moralandia, 2011; Plan de Manejo Ambiental, Granja Avícola Villa Mónica, 2009.

^a La información referente a la duración de los ciclos fue tomada de los documentos de las granjas identificadas.

Para determinar la cantidad de pollinaza o gallinaza generada anualmente por cada ave, se usaron los factores de conversión¹ contenidos en la Tabla 16.

Tabla 16

Cantidad de pollinaza ave/año.

Tipo de producción	Factores de conversión a un año	Generación pollinaza y
---------------------------	--	-----------------------------------

¹ Los factores de conversión corresponden al número de ciclos de producción desarrollados durante un año según cada enfoque considerado en esta investigación.

	(días del año/duración de ciclo en días)	gallinaza (ave/año) en Kg
Pollos de engorde	(365/55)	15,92
Crianza de gallinas ponedoras	(365/140)	22,43
Gallinas ponedoras en producción (huevos para consumo o fertilizados)	(365/420)	11,7
Ciclo completo de gallinas ponedoras (crianza y producción de huevos)	(365/560)	14,38

Nota. Los factores de conversión fueron utilizados en el Anexo 4. para calcular la generación anual (Fuente propia).

Con base a la información de la cantidad de aves instalada, se estima que las granjas avícolas del departamento del Atlántico generan teóricamente 93.594.066 Kg/año de pollinaza (correspondiente a las 34 granjas enfocadas en la producción de pollos para consumo humano y las 5 granjas enfocadas en el levante de gallinas), 16.598.381 Kg/año de gallinaza (correspondientes a las 8 granjas enfocadas en la producción de huevos para consumo humano y las 2 granjas enfocadas en la producción de huevos fértiles) y 2.120.118 Kg/año de pollinaza-gallinaza (correspondiente a las 5 granjas que desarrollan el levante de gallinas y la producción de huevos) (Ver Figura 12).

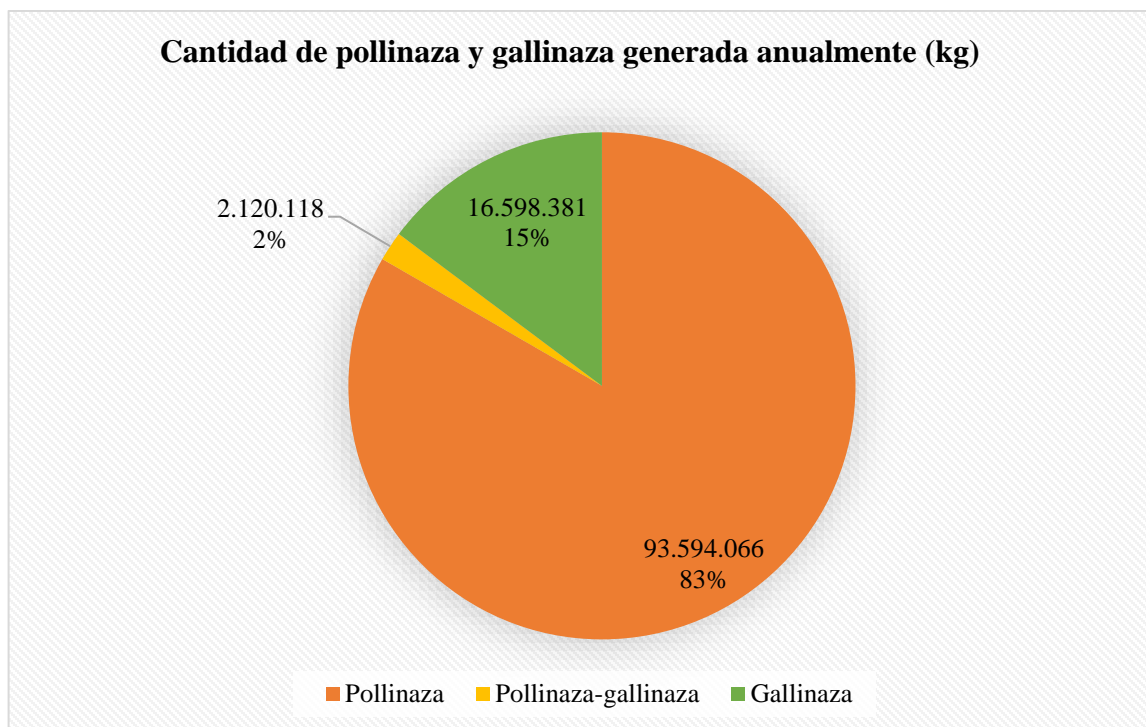


Figura 12. Cantidad de pollinaza y gallinaza generada anualmente.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En este orden de ideas, el potencial de generación de residuos pecuarios correspondientes a pollinaza y gallinaza de las granjas avícolas del departamento del Atlántico identificadas, es de 112.312.565 Kg/año.

8.2.1.3.4. Manejo de los residuos pecuarios.

Los residuos sólidos pecuarios que se generan en las granjas avícolas son la mortalidad de las aves, la pollinaza y/o gallinaza, dependiendo el tipo de enfoque de la producción. El manejo que le dan las granjas analizadas a la pollinaza y a la gallinaza es la sanitización (Ver Sanitización de la Pollinaza y gallinaza.), con la cual se logra la inactivación de los patógenos de los residuos a

través de un proceso de pasteurización, o el compostaje (Ver Compostaje de la pollinaza y gallinaza.) (Ver

Figura 13).

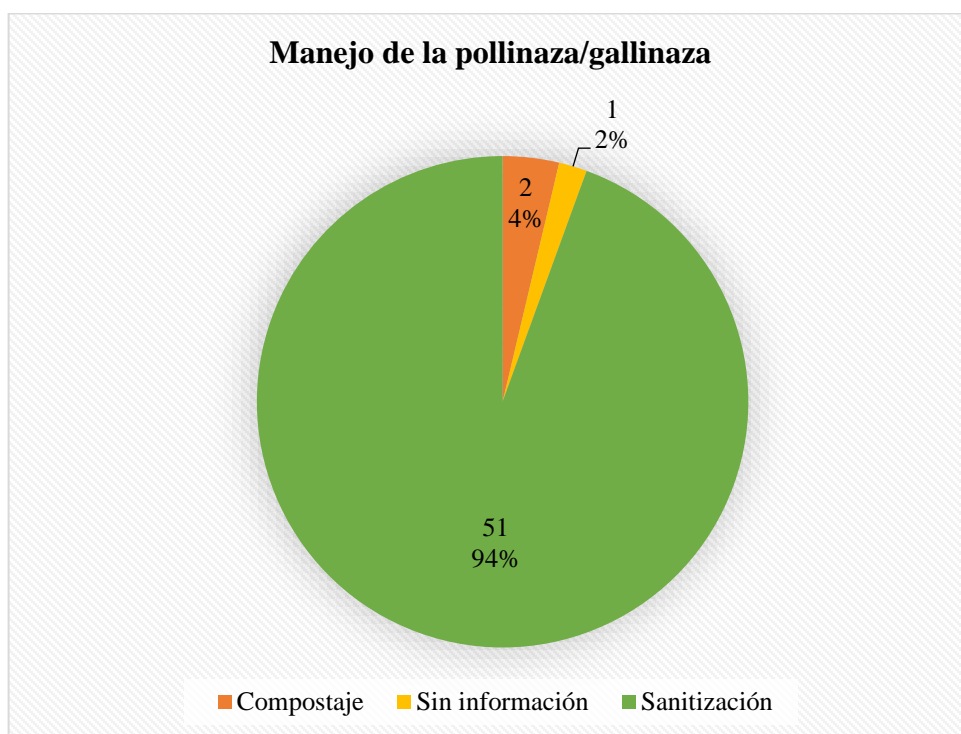


Figura 13. Tipo de manejo efectuado por las granjas avícolas a la pollinaza y gallinaza.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

La razón de que el 94% de las granjas este empleando la sanitización en el manejo de la pollinaza y gallinaza puede ser atribuido a que, comparándolo con otros métodos como el compostaje y la incineración, este es un proceso corto y relativamente sencillo que no requiere de elementos e infraestructura compleja. Además, es un método eficiente para la inactivación de los patógenos presentes en el material.

Por otro lado, al analizar el manejo dado a la mortalidad de las aves, se encontró que esta es sometida al proceso de compostaje (Ver Compostaje de la mortalidad de las aves.) o dispuestas en una poza séptica (Ver Enterramiento de la mortalidad de las aves en poza séptica.). De esta manera, el 96% de las granjas implementa el compostaje como método de manejo de la mortalidad producida en ellas, y solo el 4% utiliza pozas sépticas.

Este panorama puede ser atribuido principalmente a que las pozas sépticas tienen la desventaja de que su capacidad de carga es limitada, por lo que en condiciones de alta mortalidad corre el riesgo de ser colmatada. Por otro lado, el compostaje es un proceso que debido a la simpleza de sus componentes estructurales (cajones abiertos), puede ser adaptado para cubrir grandes volúmenes de mortalidad de aves (Ver Figura 14).

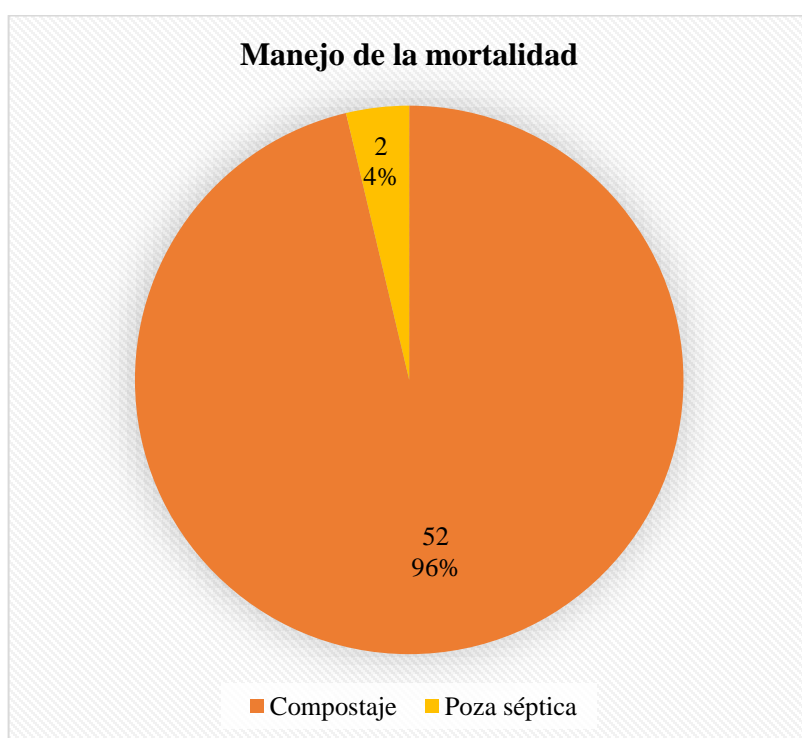


Figura 14. Manejo de la mortalidad en las granjas avícolas.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En cuanto al uso final de los residuos sólidos tratados, se encontró que el material producido a partir del compostaje y de la sanitización de los residuos es empleado como abono de suelos, ya sea en las mismas granjas o en predios externos.

8.2.2. Granjas porcícolas.

En esta sección se exponen y analizan los datos referentes a la distribución espacial, a la producción y algunas variables ambientales de las granjas porcícolas identificadas.

8.2.2.1. Análisis de la distribución espacial de las granjas porcícolas en el departamento del Atlántico.

Se determinó el número de granjas porcícolas en cada uno de los municipios del departamento del Atlántico, encontrando que en 11 de estos no hay presencia de establecimientos que realicen esta actividad productiva. La información generada se expone a través de la siguiente tabla (Ver Tabla 17).

Tabla 17

Distribución de las granjas porcícolas en los municipios del departamento del Atlántico.

Granjas porcícolas	
Municipio	Cantidad
Baranoa	6
Barranquilla ^a	1
Campo de la Cruz	0
Candelaria	1
Galapa	0
Juan de Acosta	3
Luruaco	0
Malambo	3

Manatí	0
Palmar de Valera	0
Piojó	0
Polonuevo	10
Ponedera	0
Puerto Colombia	1
Repelón	0
Sabanagrande	1
Sabanalarga	2
Santa Lucía	0
Santo Tomas	2
Soledad	0
Suán	0
Tubará	1
Usiacurí	1
Total	32

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

^a Se encuentra ubicada en el corregimiento de Juan Mina.

De acuerdo a la Tabla 17, los municipios de Polonuevo y Baranoa tienen la mitad de las granjas porcícolas del departamento del Atlántico. Por otro lado, el otro 50% de granjas restantes están distribuidas en otros 10 municipios, lo que significa que 11 de los 23 municipios del departamento no tienen explotación porcícola a escala comercial.

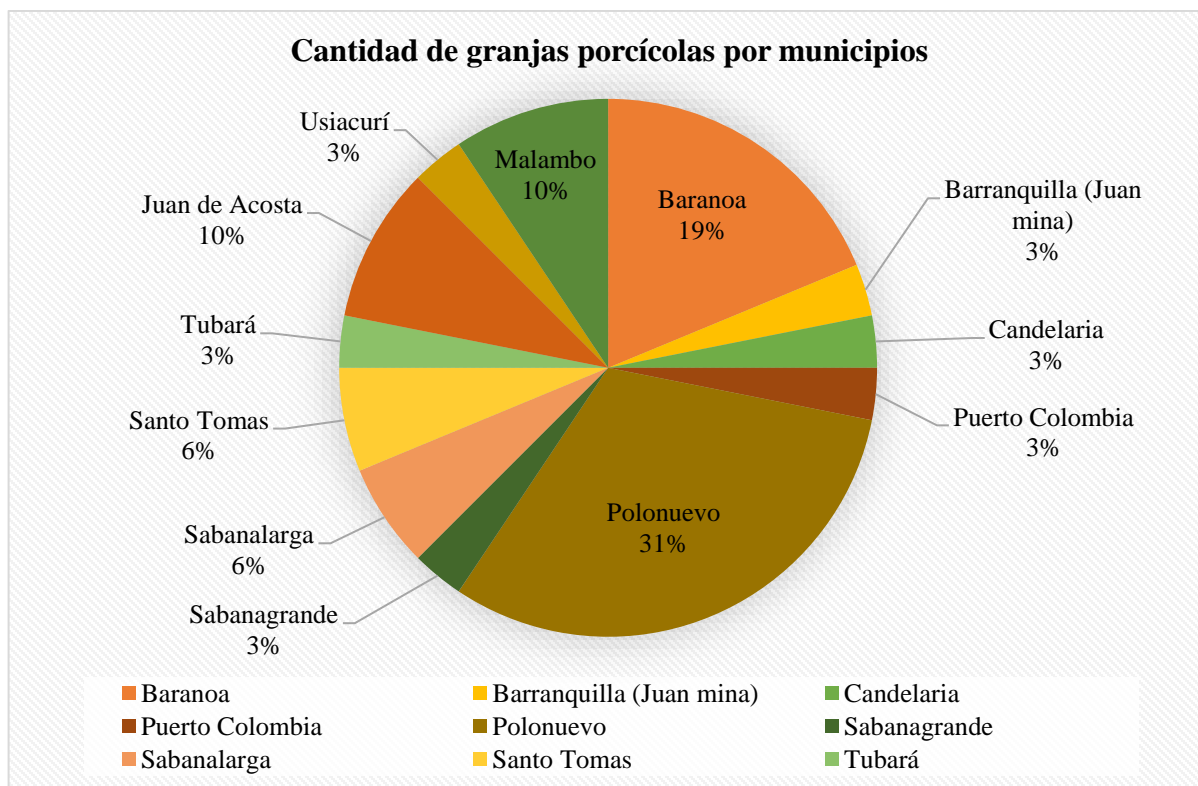


Figura 15. Distribución de las granjas porcícolas en los municipios del departamento del Atlántico.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Adicionalmente se generó un mapa en el cual se puede observar que existe una tendencia de aumento de la densidad de establecimientos porcícolas hacia la zona central y centro oriental del departamento del Atlántico (Ver Figura 16).

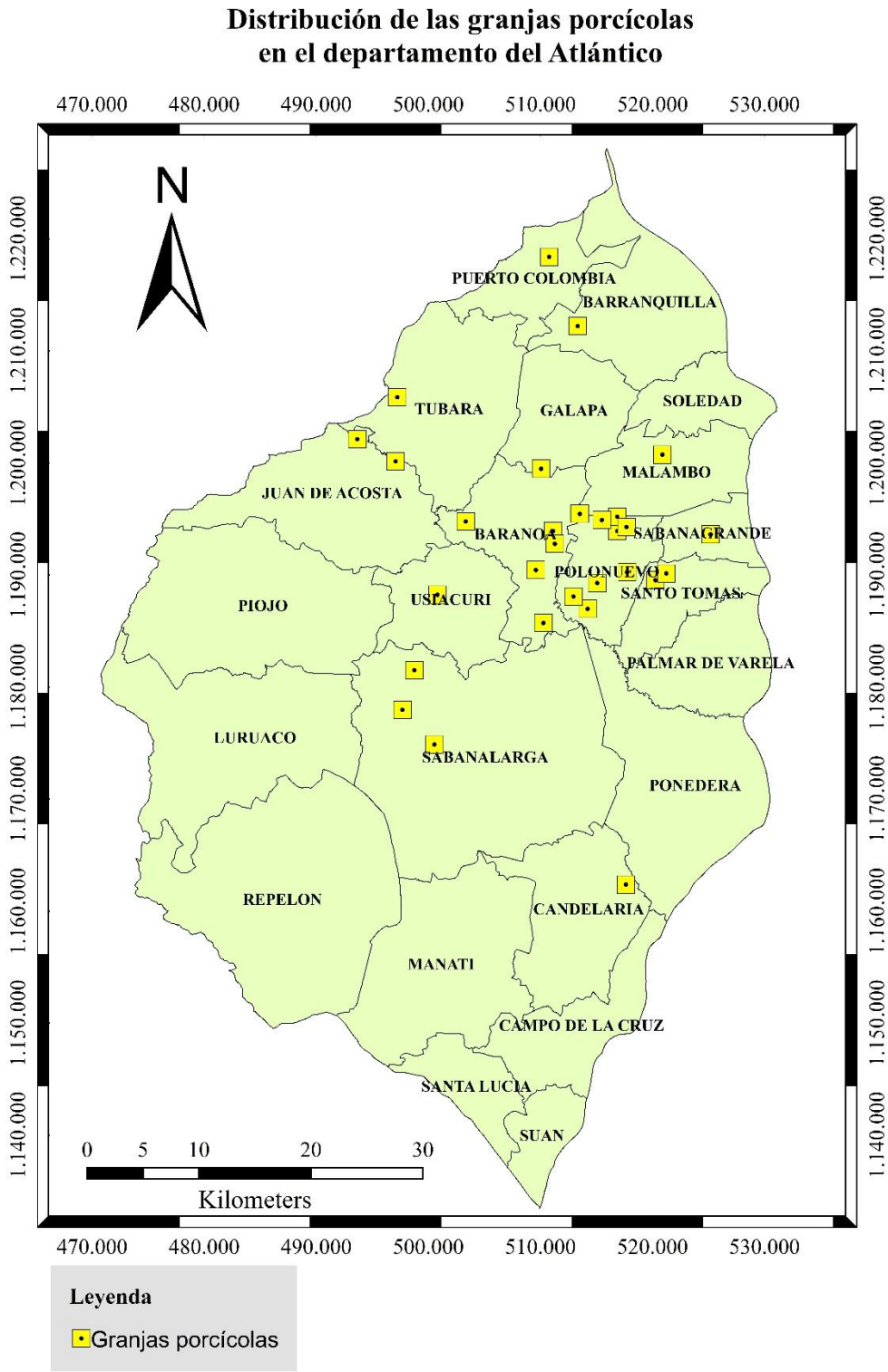


Figura 16. Mapa del departamento del Atlántico con la representación de la ubicación geográfica de las granjas porcícolas. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Este mapa puede ser observado en el Anexo 7.

8.2.2.2. Producción en las granjas porcícolas.

Este aspecto está conformado por características de las instalaciones (área y número de galpones), etapas del ciclo de vida de los cerdos desarrolladas en las granjas (reproducción, precebo, cebo) y número de animales albergados.

8.2.2.2.1. Características de las instalaciones.

El desarrollo de la actividad de producción porcícola se lleva a cabo en galpones que se encuentran subdivididos en corrales donde se albergan grupos de cerdos según su edad. Además, estas instalaciones también cuentan con jaulas individuales en las que se mantienen las cerdas reproductoras. En las granjas se manejan un tipo de jaulas para las cerdas que se encuentran en los periodos de cubrición y gestación, y otro tipo para las que están en el periodo de parto y de lactancia.

De la muestra analizada (32 granjas) (Ver anexo 4.), se encontró información referente a la cantidad de galpones de 22 establecimientos, obteniendo una cantidad de 99 de estos.

En cuanto al área de los galpones, se determinó que estos suman un total de 75.158 m². En este caso se incluyen los datos de las áreas de 23 de las 32 granjas porcícolas identificadas, debido a que esta información no estaba disponible para los 9 restantes.

Es importante anotar que los datos empleados para obtener el número total de galpones no corresponden a las mismas granjas cuya información fue usada para obtener el área total de galpones. En la Tabla 18 se muestra la cantidad y área de galpones utilizados para la explotación porcícola en cada uno de los municipios en los que se identificó esta actividad comercial.

Tabla 18

Instalaciones porcícolas en el departamento del Atlántico.

Municipios	Suma de Número de galpones	Suma de Área de galpones (m2)
Baranoa	21	11.400
Barranquilla (Juan Mina)	1	-
Candelaria	4	1.800
Juan de Acosta	14	5.661
Malambo	3	860
Polonuevo	34	39.680
Puerto Colombia	-	-
Sabana Grande	-	-
Sabana Larga	5	5.000
Sabanalarga	3	2.300
Santo Tomas	5	1.257
Tubará	3	1.200
Usiacurí	6	6.000
Total	99	75.158

*Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados.**Las celdas rellenas con un guion indican que las granjas ubicadas en esos municipios no tienen en sus documentos el dato de cantidad y/o área de galpones.***8.2.2.2.2. Enfoque de las granjas.**

El enfoque de las granjas porcinas hace referencia a las etapas del ciclo de vida del cerdo en las que se divide la producción. Estas etapas son: cría, a través de la cual se da la reproducción de los porcinos y la producción de lechones; el precebo, que es el desarrollo de lechones recién destetados hasta alcanzar un peso de aproximadamente 50 Kg; y el cebo, el cual se trata del desarrollo de los cerdos que vienen de la etapa de precebo hasta que alcanzan el peso óptimo para ser sacrificados o incluidos a la línea de reproducción. Este peso varía en cada granja.

Haciendo un análisis de las etapas del ciclo de vida de los cerdos desarrolladas en las granjas analizadas, se hizo una agrupación de estas, determinando así los siguientes enfoques:

- Ciclo completo (Cría, precebo y cebo).
- Cría.
- Cría y precebo.
- Precebo y cebo.

A continuación, se ilustra la cantidad de granjas según cada uno de los grupos anteriores enfoques definidos anteriormente (Ver Figura 17).

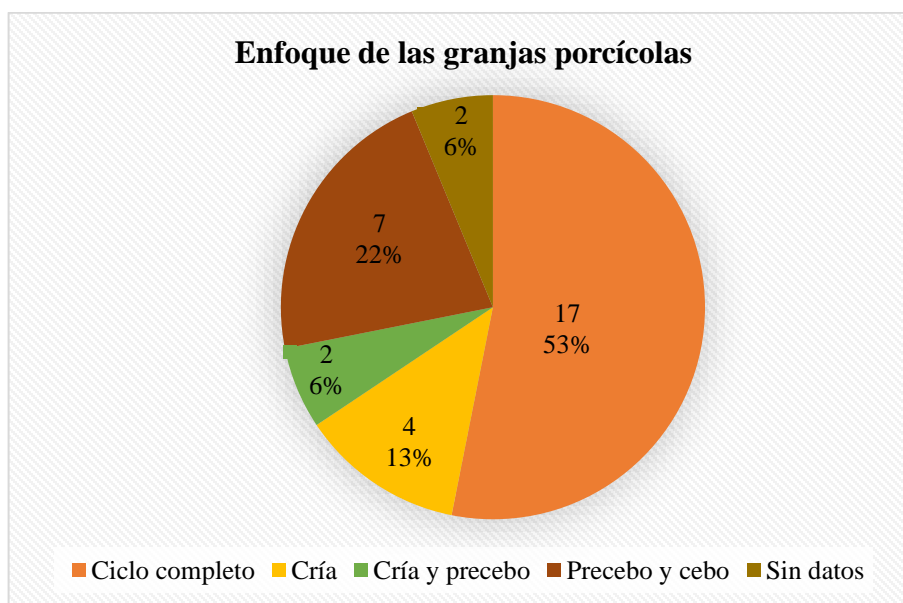


Figura 17. Enfoque de las granjas porcícolas.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De acuerdo con la Figura 17, más de la mitad (53%) de las granjas porcícolas se encuentran desarrollando una producción de ciclo completo, y el resto de estas tienen su enfoque en la cría, la cría y precebo, y el precebo y cebo. Este panorama permite inferir que para las empresas es beneficioso el autoabastecimiento de lechones para realizar el precebo y cebo de estos con el fin de producir carne, y también de cerdas y cerdos maduros para llevar a cabo la reproducción. Estos beneficios pueden reflejarse en el ámbito económico, biosanitario y de factibilidad de las granjas, ya que al no ser necesaria la compra de cerdos en otras granjas, se puede obtener un ahorro económico, se elimina el riesgo de contagio de enfermedades por el ingreso de animales infectados y se evita el trabajo de traslado de estos desde la granja que vende hasta la granja que compra.

8.2.2.2.3. Producción.

Se determinó que el número total de cerdos instalados en las granjas porcícolas del departamento del Atlántico es de 18.778². En la Tabla 19 se muestra la cantidad total de animales instalados según el enfoque de las granjas.

Tabla 19

Cantidad de cerdos instalados según enfoque de las granjas.

Enfoque de las granjas	Cantidad de cerdos
Ciclo completo	9.524
Precebo y cebo	4.470
Reproducción	1.760
Reproducción y precebo	1.336
ND	1.688

² Esta cantidad corresponde a 22 de las 32 granjas porcícolas analizadas.

Total	18.778
--------------	---------------

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Sí se compara el número total de cerdos obtenido en esta investigación, con la cantidad de ceros instalados publicada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en su censo 2020, en donde se establece que en el departamento del Atlántico una cantidad de 111.304 animales, se obtiene una diferencia de 92.526 cerdos que representan una variación del 83,12%. Se debe mencionar que el ICA reporta 212 granjas (analizándose en este estudio 32), lo cual se asume como razón de esta variación.

Por otro lado, se determinó la población de cerdos según la etapa del ciclo productivo en la que se encuentran, obteniendo como resultado los datos presentados en la en la Figura 18.

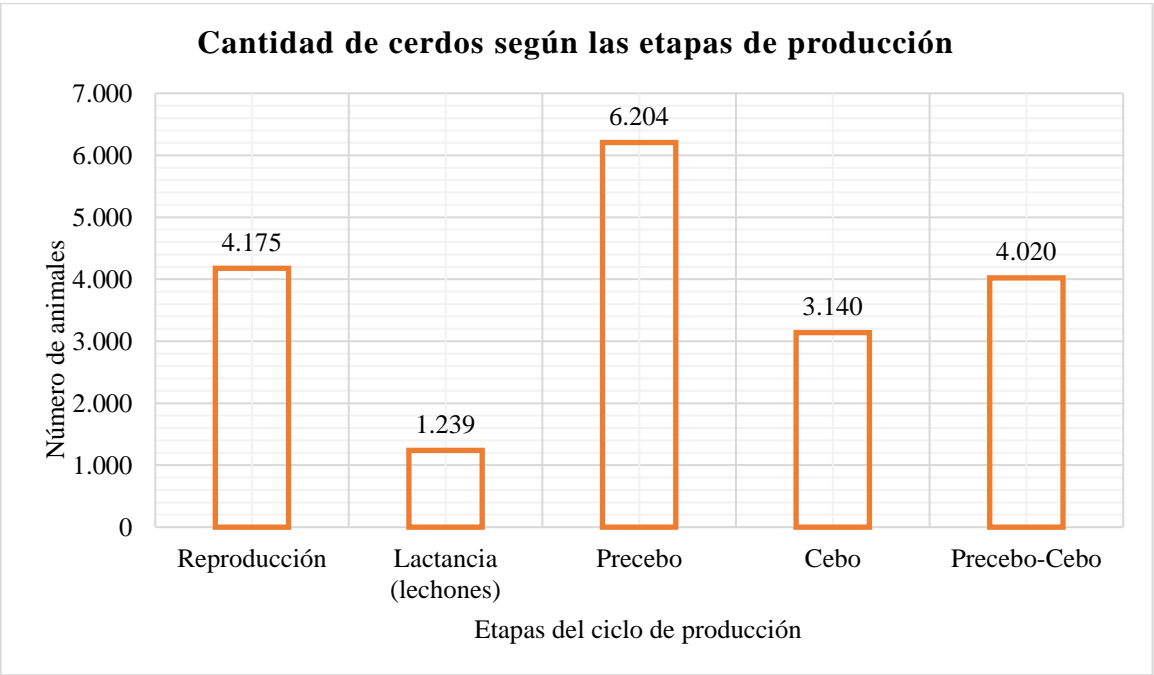


Figura 18. Numero de cerdos de acuerdo a las etapas del ciclo de producción.
Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Se encontró que en los documentos de 6 de las granjas que desarrollan el precebo y cebo de cerdos no se discrimina la cantidad de animales que tienen en cada una de estas dos etapas, sino que se da un dato general. Como consecuencia de esto se tiene una cantidad de 4.020 cerdos de los cuales no se sabe con exactitud en qué etapa se encuentran, por lo que fueron agrupados en una clasificación más amplia denominada precebo-cebo.

8.2.2.3. Análisis de las variables ambientales de las granjas porcícolas.

En esta sección se muestran los resultados de la caracterización de las fuentes de generación de porquinaza identificadas, en lo referente a las variables ambientales de: tipo de abastecimiento de agua, posesión y estado de la concesión de agua, cantidad de residuos pecuarios generados y manejo de residuos pecuarios.

8.2.2.3.1. Tipo de abastecimiento de agua.

Las fuentes de abastecimiento de agua que utilizan las granjas porcinas para la producción de cerdos y algunas actividades domésticas son: fuentes subterráneas (pozos profundos), fuentes superficiales (ciénaga, quebrada, jagüey, etc.), el acueducto municipal y otras granjas³. A continuación, se muestra la cantidad de granjas que utilizan cada una de las fuentes anteriormente mencionadas (Ver Figura 19).

³ Existen convenios entre granjas vecinas en los cuales se hace suministro de agua de una a otra.

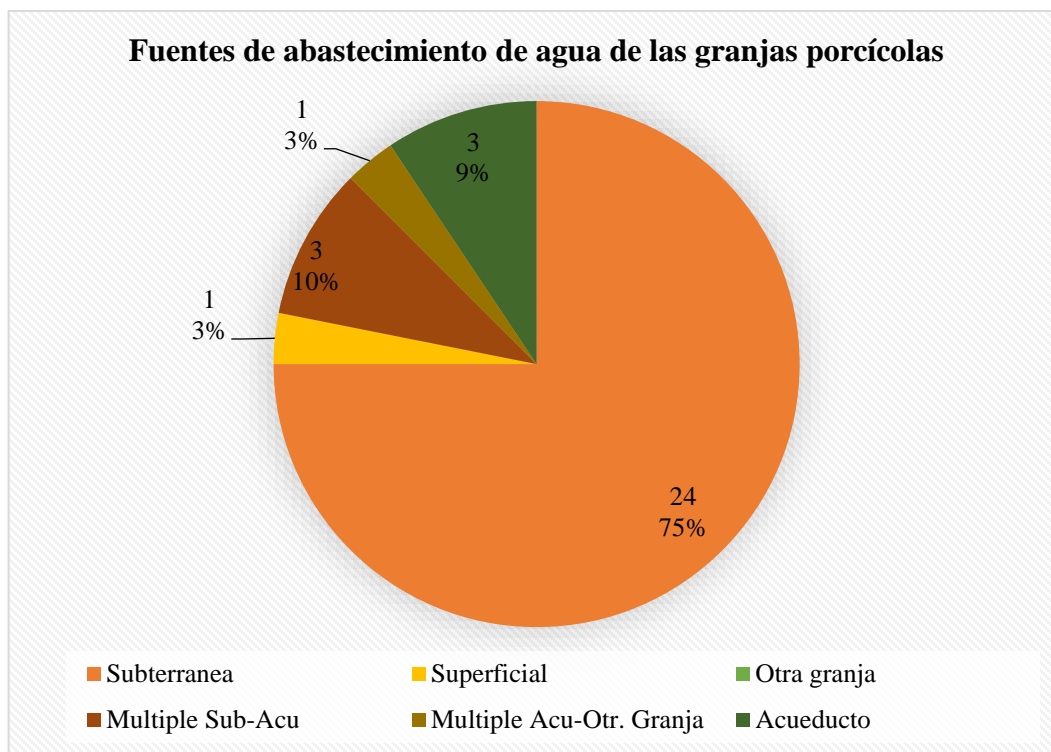


Figura 19. Cantidad de granjas porcinas según su fuente de abastecimiento de agua.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De acuerdo a la Figura 19, las tres cuartas partes (75%) de las granjas porcícolas utilizan como abastecimiento de agua una fuente subterránea, específicamente pozos profundos. La razón a la que se les atribuye este hecho es, al igual que en las granjas avícolas, que los proyectos están ubicados en zonas rurales, las cuales pueden relacionarse con la inexistencia de redes de acueductos o sistemas que presentan deficiencias en el abastecimiento.

Las granjas que utilizan el recurso hídrico subterráneo o una fuente superficial requieren de una concesión de agua para efectuar el abastecimiento y aprovechamiento. Sin embargo, el 64% de estas no tienen vigente dicha autorización. En la Figura 20 se muestra el número de granjas con concesión vigente, la cantidad que no tiene y las que no requieren concesión.

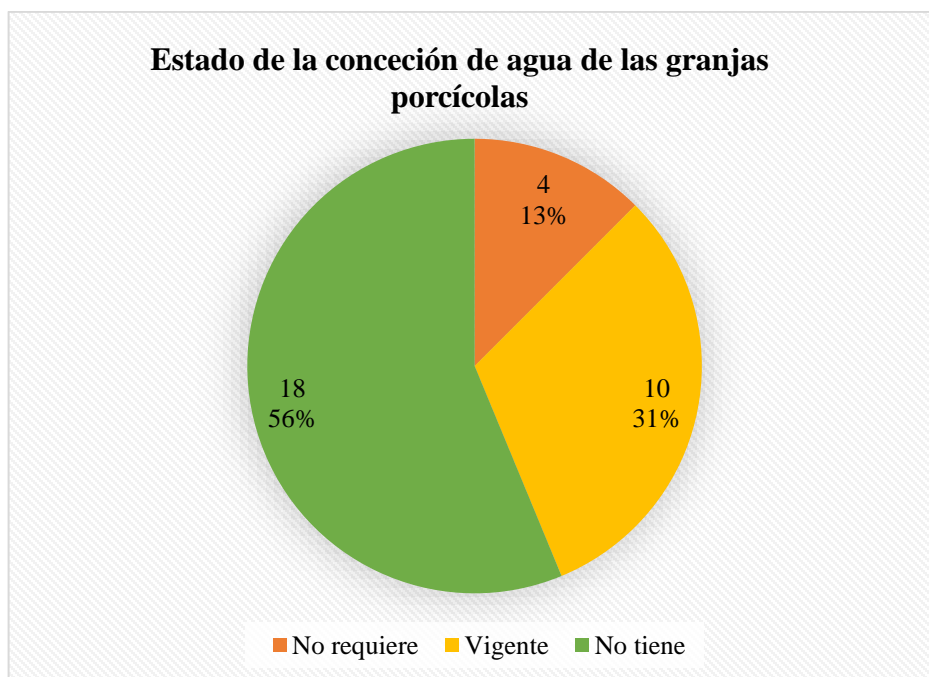


Figura 20. Estado de la concesión de agua de las granjas porcícolas.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

8.2.2.3.2. Tratamiento de agua potable.

Con la caracterización realizada se encontró que 4 de las granjas porcícolas analizadas implementan un sistema o método de tratamiento de potabilización de agua y las otras 28 no. A través de la Figura 21 se busca determinar alguna correlación entre el tipo de abastecimiento de agua y la existencia de sistemas de tratamiento de potabilización, sin embargo, no fue posible identificar que haya algún tipo de dependencia de alguna variable hacia la otra, específicamente de la existencia de tratamiento de potabilización hacia el tipo de abastecimiento.

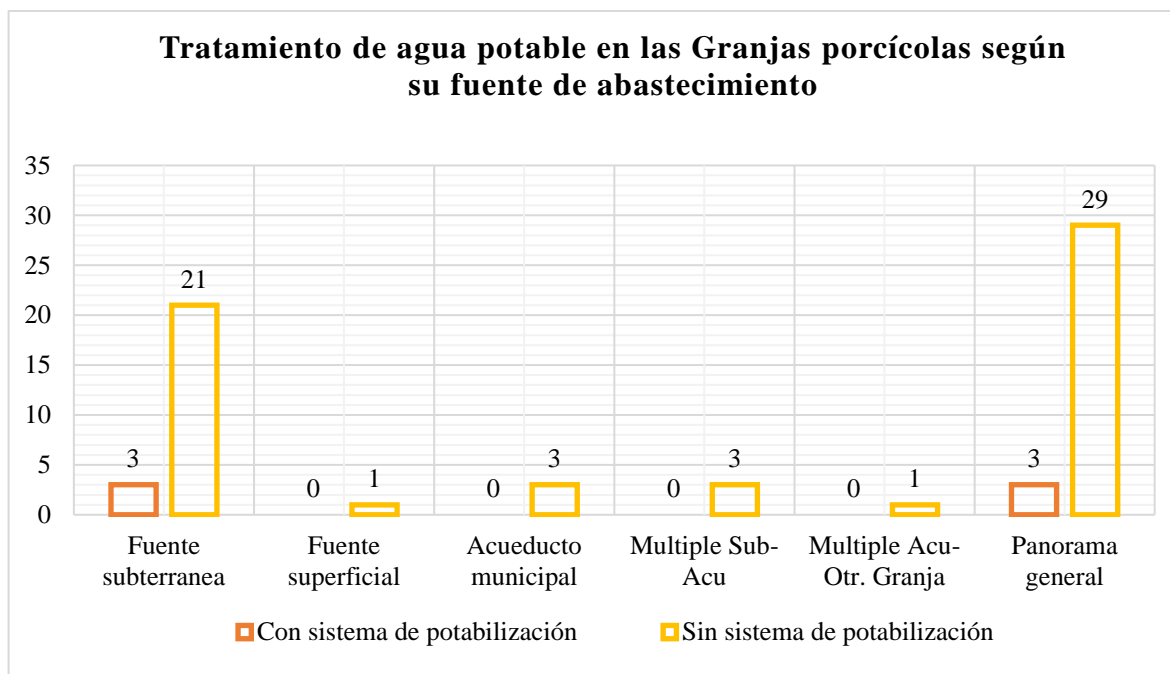


Figura 21. Granjas porcícolas con tratamiento de agua potable según su fuente de abastecimiento.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

En el grupo de granjas que implementan algún tipo de potabilización de agua, los métodos empleados consisten en la implementación de sistemas de coagulación y floculación con Sulfato de Aluminio, filtros de arena y desinfección con hipoclorito de sodio.

8.2.2.3.3. Generación de porquinaza.

La cantidad de porquinaza (estiércol y orín) producida por un cerdo en función de su edad y etapa del ciclo en que se encuentra es la siguiente (Ver Tabla 20):

Tabla 20

Porquinaza generada por los cerdos según su grupo etario y etapa del ciclo de producción en que se encuentra.

Grupo etario	Peso (Kg/animal)	% porquinaza/día según el peso	Porquinaza (Kg/día-cerdo)	Fuente
Hembra gestante	180,0	2,7	4,9	(Granja Porcícola La Picardía, 2011)
	180,0	2,7	4,9	(Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006)
	160,0	3,0	5,4	(Portillo & Quitian, 2006)
Promedio	173,3	2,8	5,0	
Hembra lactante	190,0	6,0	11,4	(Granja Porcícola La Picardía, 2011)
	190,0	6,0	11,4	(Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006)
	190,0	7,7	14,7	(Portillo & Quitian, 2006)
Promedio	190,0	6,6	12,5	
Reproductor	200,0	2,0	4,0	(Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006)
	200,0	2,8	5,6	(Portillo & Quitian, 2006)
Promedio	200,0	2,4	4,8	
Lechón lactante	3,5	6,8	0,2	(Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006)
	3,5	8,0	0,3	(Portillo & Quitian, 2006)
Promedio	3,5	7,4	0,3	
Precebo	15,0	6,6		(Granja Porcícola La Picardía, 2011)
	15,0	6,6	1,0	(Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006)
	16,0	7,6	1,2	(Portillo & Quitian, 2006)
Promedio	15,3	6,9	1,1	

Cebo	75,0	5,7	4,3	(Granja Porcícola La Picardía, 2011)
	75,0	5,7	4,3	(Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006)
	80,0	6,3	5,0	(Portillo & Quitian, 2006)
Promedio	76,7	5,9	4,5	

Nota. Adaptado del Plan de Manejo Ambiental, Granja Porcícola la Picardía, 2011; Plan de manejo ambiental, Granja Porcícola Los Tres Chonchos, 2006; Proyecto piloto, sobre la técnica epofer (excretas porcinas fermentadas) en el sector porcícola, Portillo, G., & Quitian, O., 2006.

Se debe mencionar que se establecieron unos supuestos para la estimación de la cantidad de porquinaza, de esta manera se solucionaron los vacíos de información en cuanto a la cantidad de cerdos y la discriminación según la etapa en la que estos se encuentran.

- Teniendo en cuenta que los verracos generan una cantidad de porquinaza muy cercana a la de las cerdas en gestación y que la relación en número entre estos y las cerdas es muy cercana a cero debido a que la cantidad de cerdas es mucho mayor, fueron considerados irrelevantes para el cálculo de la porquinaza y por ende no fueron discriminados.
- En cuanto a las cerdas, se utiliza el dato de cantidad de ciclos al año para determinar la cantidad de porquinaza generada en función de la duración de cada una de las etapas (monta o cubrición, gestación y lactancia) que lo conforman.

De acuerdo con (Portillo & Quitian, 2006), en un año una cerda cumple aproximadamente 2,52 ciclos de reproducción, el cual tiene una duración cercana a los 145 días, conformados por 115 de gestación, 24 de lactancia y 6 días correspondientes a la fase de calor o celo. En esta última la cantidad de deyecciones es muy similar a la de la etapa de gestación (Granja Porcícola La Picardía, 2011).

Se diseñó e implementó una fórmula para conocer la cantidad de porquinaza anualmente generada por una cerda teniendo en cuenta la duración de cada fase (celo-gestación y lactancia) del ciclo de reproducción y el número de ciclos desarrollados al año.

$$\text{Duración celo (ce)} = 6 \text{ días}$$

$$\text{Duración gestación (ges)} = 115 \text{ días}$$

$$\text{Duración lactancia (la)} = 24 \text{ días}$$

$$\text{Ciclos/año (C)} = 2,52$$

$$\text{Masa de porquinaza (cerda en celo) / día (CE)} = 5 \text{ Kg/días}$$

$$\text{Masa de porquinaza (cerda en gestación) / día (GES)} = 5 \text{ Kg/días}$$

$$\text{Masa de porquinaza (cerda lactante) / día (LA)} = 12,5 \text{ Kg/días}$$

$$\text{Porquinaza generada al año} = ((ce \times CE) + (ges \times GES) + (la \times LA)) \times C$$

$$\text{Porquinaza generada al año}$$

$$= ((6 \text{ días} \times 5 \text{ Kg/días}) + (115 \text{ días} \times 5 \text{ Kg/días}) + (24 \text{ días} \times 12,5 \text{ Kg/días})) \times 2,52$$

$$\text{Porquinaza generada al año} = 2.280,6 \text{ Kg}$$

- Se usó el promedio entre la cantidad de deyecciones generadas diariamente por un cerdo en las etapas de precebo y cebo, para estimar la cantidad de porquinaza que se generan en las granjas que no especifican el número de animales que tienen en cada una de estas etapas.

$$\text{Masa de porquinaza (cerdo en precebo) / día (pre)} = 1,1 \text{ Kg/días}$$

Masa de porquinaza (cerdo en cebo) / día (ce) = 4,5 Kg/días

$$\text{Porquinaza generada} = (\text{pre} + \text{ce})/2$$

$$\text{Porquinaza generada} = (1,1 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} + 4,5 \frac{\text{Kg}}{\text{día}})/2$$

$$\text{Porquinaza generada} = 2,8 \text{ Kg/días}$$

Habiendo implementado los anteriores supuestos se obtuvieron los siguientes datos de generación de porquinaza/año por individuo según su etapa (Ver Tabla 21).

Tabla 21

Porquinaza anual generada por individuo.

Clasificación	Porquinaza (Kg/cerdo-día)	Porquinaza (Kg/cerdo-año)
Reproductoras	-	2.280,6
Lechones lactantes	0,3	110
Precebo	1,1	402
Cebo	4,5	1.643
Precebo-Cebo	2,8	1.022

Nota. No se tiene datos de generación diaria de porquinaza de las cerdas reproductoras debido a que el cálculo fue enfocado a la generación anual, por ser el dato con importancia para esta investigación. (Fuente propia).

Con base a los datos de la Tabla 21, se determinó que el potencial de generación anual de porquinaza de las granjas porcícolas identificadas en el departamento del Atlántico es de 21.298.663 Kg.

8.2.2.3.4. Manejo de residuos pecuarios.

Los residuos pecuarios identificados en las granjas porcícolas corresponden a la porquinaza sólida y líquida, mortalidad de cerdos, residuos de placenta, residuos de corte de castración y residuos de recorte de cola.

El manejo que se le da a la porquinaza sólida en las granjas del departamento del Atlántico inicia con la recolección en seco en los corrales, desde donde es transportada hacia zonas (generalmente eras de secado) en las que, por exposición a la radiación solar, se produce el secado del material. El producto de esta actividad es utilizado como abono de suelos.

Este tipo de manejo de la porquinaza sólida es realizado en 31 de las 32 granjas analizadas y solo una se lleva a cabo un manejo diferente, disponiendo el residuo en poza séptica.

En lo referente a la gestión de la porquinaza líquida, las granjas implementan sistemas de tratamientos primarios, como trampas de grasas y sedimentadores; y sistemas de tratamientos secundarios, como lagunas de oxidación y pozas sépticas.

Por otro lado, el manejo dado a los residuos de mortalidad, placenta, castración y recorte de cola es, en la mayoría de los casos, el compostaje, pero también se lleva a cabo la disposición en pozas sépticas, el enterramiento en el suelo y la incineración.

8.2.3. Plantas de beneficio animal.

En esta sección se exponen y analizan los datos referentes a la distribución espacial, a la producción y algunas variables ambientales de las plantas de beneficio animal identificadas en el departamento del Atlántico.

8.2.3.1. Análisis de la distribución espacial de las granjas porcícolas en el departamento del Atlántico.

Las plantas de beneficio animal están diseñadas para manejar un gran volumen de animales diariamente. Por razones como esta, a la que se le suma la complejidad y el costo de las instalaciones de estos establecimientos de sacrificio y manejo de animales en canal, la demanda que ejercen sobre ellas las granjas y criaderos con su producción de animales para faena, puede ser acaparada por un reducido número de mataderos.

En el departamento del Atlántico, a la fecha de la realización de este trabajo, se encuentran activas 6 plantas de beneficio animal (Ver Tabla 22).

Tabla 22

Distribución de Plantas de beneficio animal en los municipios del departamento del Atlántico.

Plantas de beneficio animal	
Municipio	Cantidad
Baranoa	0
Barranquilla	0
Campo de la Cruz	0
Candelaria	0
Galapa	1
Juan de Acosta	0
Luruaco	0
Malambo	2
Manatí	0
Palmar de Valera	0
Piojó	0
Polonuevo	0
Ponedera	0
Puerto Colombia	0

Repelón	0
Sabanagrande	0
Sabanalarga	1
Santa Lucía	0
Santo Tomas	0
Soledad	1
Suán	1
Tubará	0
Usiacurí	0
Total	6

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Las plantas de beneficio animal presentes en el departamento del Atlántico están distribuidas en 5 municipios, tres de ellos ubicados en la zona Nor-Oriental del departamento y además circunvecinos entre sí: Galapa con 1, Soledad con 1 y Malambo con 2. Por otro lado, el municipio de Suán, ubicado en el extremo sur del departamento, también tiene en su territorio una planta de beneficio animal, al igual que Sabanalarga, ubicado en la parte central del departamento (Ver Figura 22).

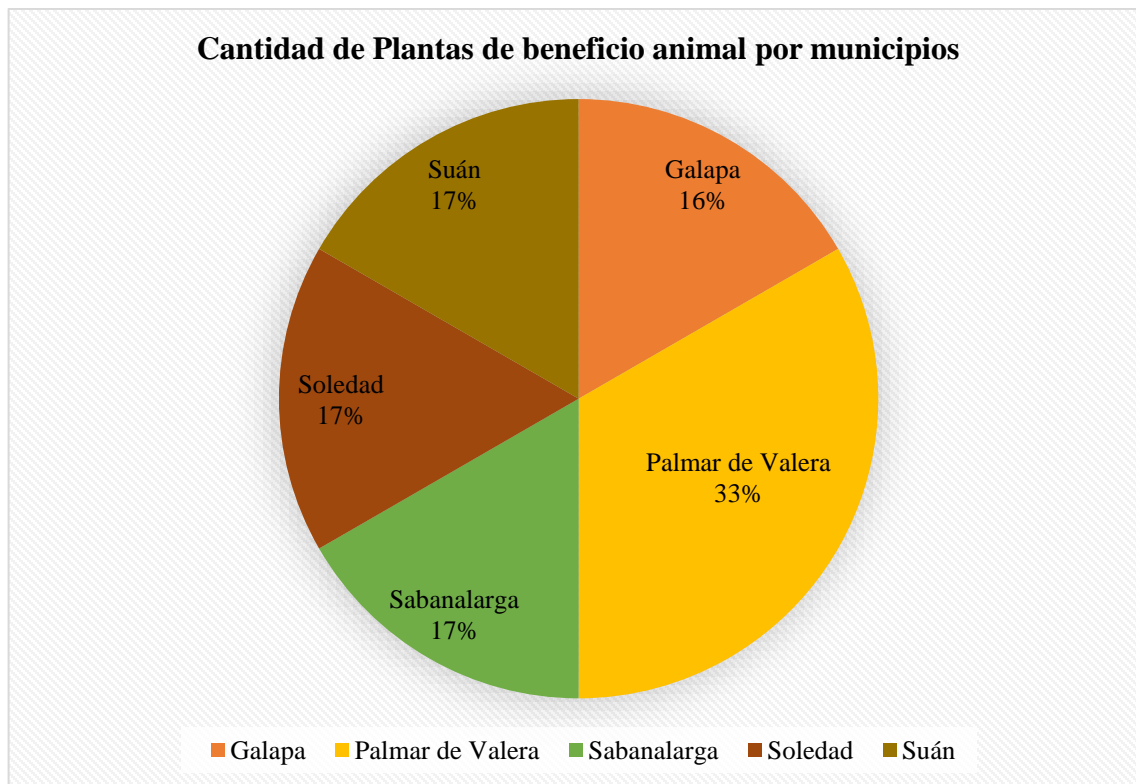


Figura 22. Distribución de las Plantas de beneficio animal en los municipios del departamento del Atlántico. (Fuente propia).

Adicionalmente se generó un mapa en el cual se puede observar que existe una tendencia de aumento de la densidad de establecimientos porcícolas hacia la zona central y centro oriental del departamento del Atlántico (Ver Figura 23).

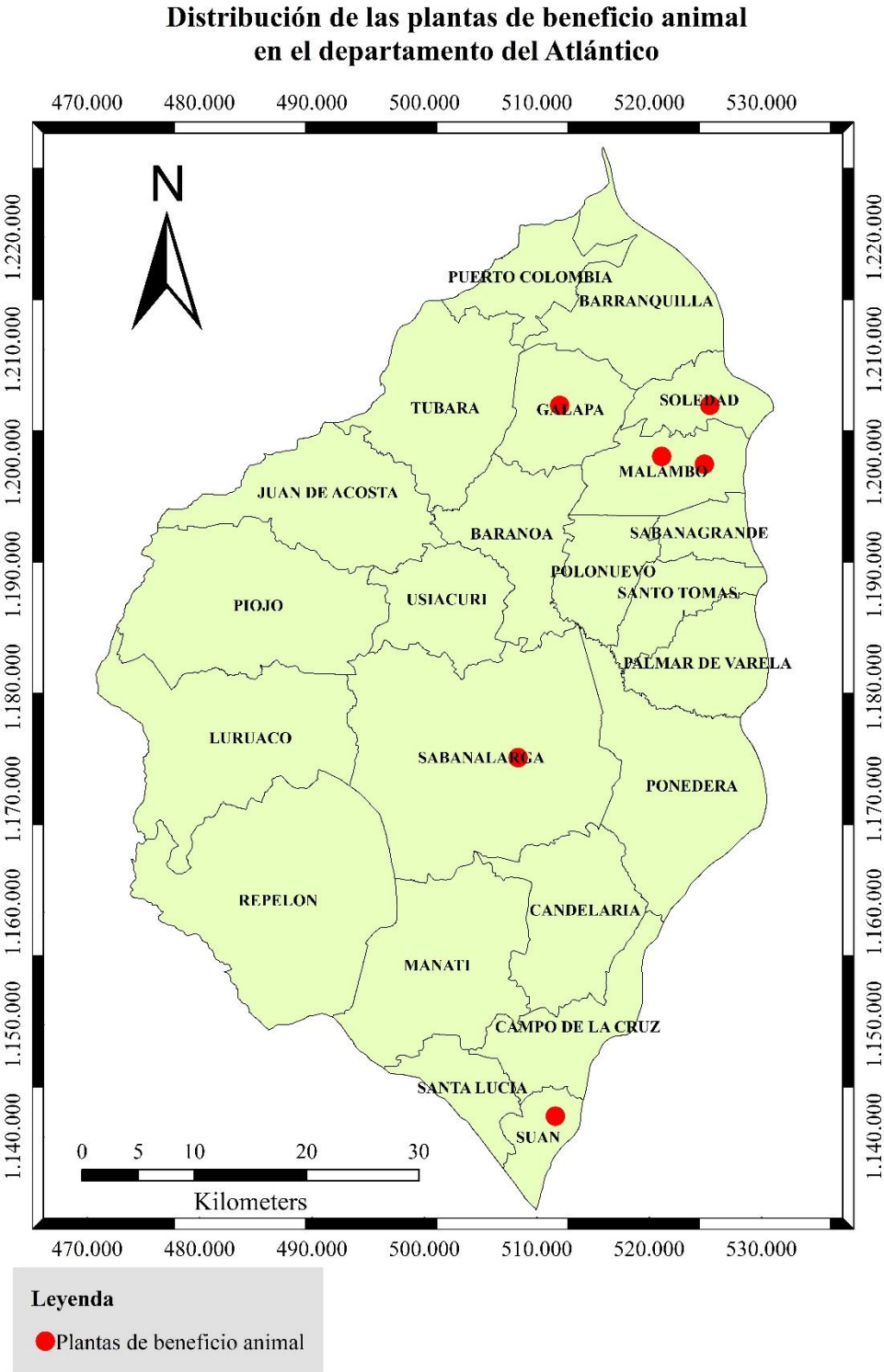


Figura 23. Mapa del departamento del Atlántico con la representación de la ubicación geográfica de las plantas de beneficio animal. (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).
El mapa puede ser observado en el Anexo 8.

8.2.3.2. Producción en las plantas de beneficio animal.

En esta sección se exponen y analizan los resultados obtenidos en cuanto a las especies sacrificadas en las plantas de beneficio animal del departamento del Atlántico. Adicionalmente se incluye un promedio aproximado de la cantidad de ejemplares manejados mensualmente en cada establecimiento.

8.2.3.2.1. Especies sacrificadas.

En las plantas de beneficio animal identificadas en el departamento del Atlántico se sacrifican bovinos, bufalinos y porcinos. En la Figura 24 se ilustra la cantidad de establecimientos según las especies manejadas en su actividad productiva.

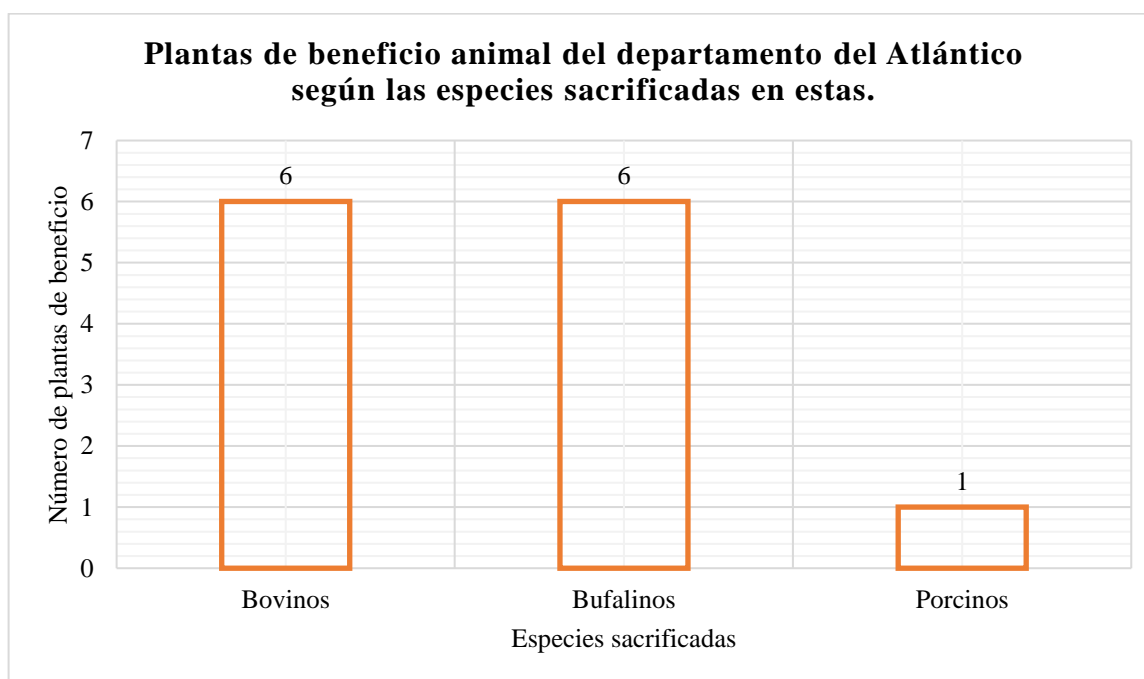


Figura 24. Plantas de beneficio animal del departamento del Atlántico según las especies sacrificadas en estas. Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

Considerando que las plantas de beneficio animal identificadas son 6, la figura anterior indica que en todos estos establecimientos se lleva a cabo el sacrificio de bovinos y bufalinos. Estas dos especies son sacrificadas en una misma línea de producción, en la que el manejo, los métodos, las instalaciones, los equipos, las herramientas y los insumos requeridos para el sacrificio ambas son los mismos. Además, los residuos generados son cualitativa y cuantitativamente muy similares (Pertuz, 2021)

Adicionalmente, solo en uno de los 6 establecimientos se realiza el sacrificio de porcinos, este es la Planta de Beneficio Animal Frigorífico Santa Cruz S.A.S., ubicada en el municipio de Malambo.

8.2.3.2.2. Producción.

Se obtuvieron datos de producción de 3 de las 6 plantas de beneficio animal identificadas. Estos datos corresponden a un promedio aproximado de la cantidad de bovinos y bufalinos sacrificados mensualmente, la cual varía considerablemente entre establecimientos (Ver Figura 25).

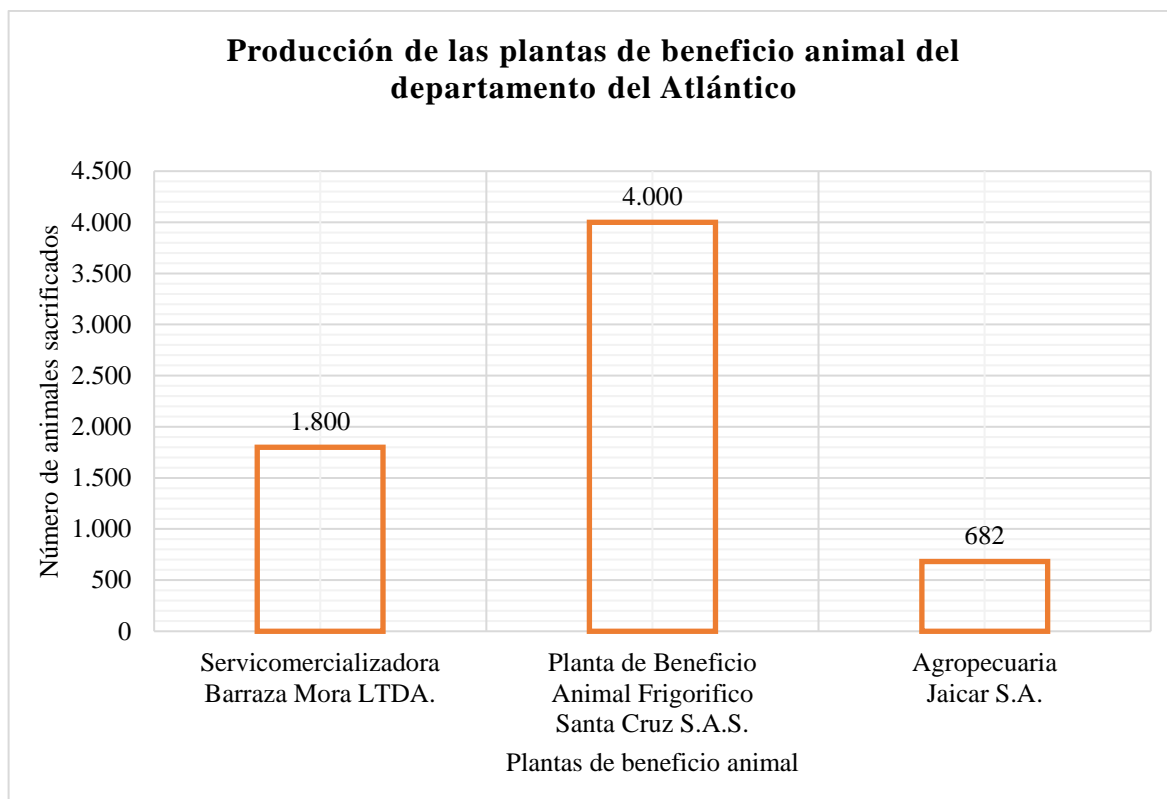


Figura 25. Promedio mensual de la cantidad de bovinos y bufalinos sacrificados en las plantas de beneficio animal. Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

De acuerdo con (Vásquez, 2021), la diferencia entre la cantidad de reses sacrificadas en estos mataderos radica en el volumen de demanda que el mercado ejerce sobre cada uno. Por ejemplo, la Planta de Beneficio Agropecuaria Jaicar cubre principalmente el mercado local del municipio de sabana larga, en cambio la Planta de Beneficio Animal Frigorífico Santa Cruz S.A.S. abarca gran parte de la demanda de la ciudad de Barranquilla, municipios cercanos y de algunos almacenes de cadena.

8.2.3.3. Análisis de las variables ambientales de las plantas de beneficio animal.

A continuación, se relaciona la información referente a algunas variables ambientales de las plantas de beneficio animal, siendo estas el tipo o fuente de abastecimiento de agua potable, el estado de la concesión de agua y generación y de residuos pecuarios.

8.2.3.3.1. Tipo de abastecimiento de agua.

Las plantas de beneficio animal del departamento del Atlántico usan como medio de abastecimiento de agua potable fuentes subterráneas (pozo profundo), como en el caso de Planta de Beneficio Animal Frigorífico Santa Cruz S.A.S. y Frigoecol S.A.S.; superficiales, en el caso del Frigorífico Camaguey S.A.; y acueducto municipal, tal como lo hace la Agropecuaria Jaicar S.A.. Por otro lado, La Planta de Beneficio Servicomercializadora Barraza Mora LTDA. tienen como fuente de abastecimiento principal el acueducto municipal y además una fuente secundaria de respaldo que corresponde a un pozo profundo, el cual es usado en caso de que el servicio del acueducto presente alguna interrupción. En cuanto al Matadero municipal de Suán, no se encontró información referente.

8.2.3.3.2. Posesión y estado de la concesión de agua.

Las plantas de beneficio que utilizan como medio de abastecimiento de agua una fuente subterránea o superficial requieren una concesión de agua para poder efectuar el aprovechamiento del recurso. Tal como se ve en la Figura 26, el estado de esta autorización es en algunas plantas de beneficio vigente, otras no cuentan con esta y otras se encuentran en proceso de trámite para adquirirlo.

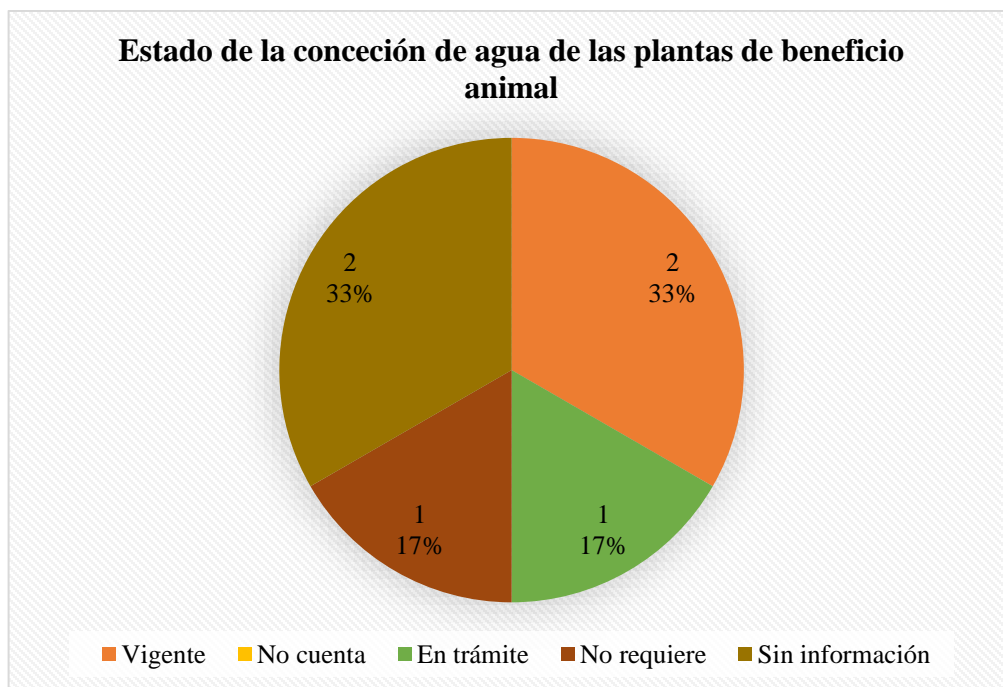


Figura 26. Estado de la conceción de agua de las plantas de beneficio animal.

Nota. Adaptado del Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados (Fuente propia a partir de datos de la CRA 2018-2019).

8.2.3.3.3. Tratamiento de agua potable.

En lo referente a la potabilización del agua utilizada para el desarrollo de las actividades productivas de las plantas de beneficio animal analizadas se encontró que la Agropecuaria Jaicar S.A., ubicada en Sabanalarga, no cuenta con un sistema de tratamiento, lo cual está relacionado con que en este establecimiento el suministro de agua potable lo hace el acueducto municipal, por lo que se infiere que ha sido tratada cumpliendo los estándares y requisitos según la normativa vigente.

Por otro lado, la Planta de Beneficio Animal Frigorífico Santa Cruz S.A.S., cuyo abastecimiento de agua lo hace a través de una fuente subterránea, tienen implementado un

sistema de potabilización conformados por las etapas de coagulación, floculación, filtración y cloración.

Se debe mencionar que los 4 establecimientos restantes no tenían información referente a la implementación de un sistema de potabilización de agua.

8.2.3.3.4. Generación de Bovinaza.

Después del sacrificio, se puede extraer de un bovino adulto una cantidad de 30 a 60 Kg de contenido intestinal (CAR). Otros autores indican que una res produce 40 Kg de rumen y 10 Kg de estiércol, equivalentes a 0,05 m³ en volumen aproximadamente (Gerrero & Ramirez, 2004). Por su lado (Vásquez, 2021), señala que en promedio se obtienen 35 Kg de material intestinal por res sacrificada.

Utilizando el promedio de las cantidades anteriores (43,3 Kg) de contenido intestinal de reses, se estimó que, según el promedio mensual de animales sacrificados en 3 de las 6 plantas de beneficio analizadas, el potencial de generación de bovinaza del departamento del Atlántico es de 280.887 Kg/mes, equivalentes a 3.370.644 Kg/año.

8.2.3.3.5. Manejo de residuos pecuarios.

Algunos subproductos como la bilis, cálculos biliares, cuernos, cascos, orejas y viriles, que pudieran ser considerados como residuos en caso de no ser aprovechados, son recolectados por empresas que los utilizan como materia prima para la producción de juguetes para caninos y felinos, abono y alimento concentrado para animales de granja.

Por otro lado, el manejo de la bovinaza consiste en la recolección en un estercolero, en el que por escurrimiento se consigue disminuir el contenido de humedad de la materia, el cual es posteriormente conducido e integrado a las aguas residuales de las instalaciones de producción.

La bovinaza es recolectada desde los estercoleros y es transportada hacia lugares externos a las instalaciones de las plantas de beneficio, en los que es sometida a compostaje o dispuestas temporalmente en eras de secado. Finalmente, el producto resultante es un abono que es aplicado al suelo como fertilizante orgánico.

En cuanto al manejo de las aguas residuales, las plantas de beneficio animal poseen sistemas conformados por tratamientos primarios y secundarios. Los tratamientos primarios incluyen, rejillas, trampas de grasa, sedimentadores, tamices y sistemas de aeración. Por otro lado, los sistemas de tratamientos secundarios identificados son los biodigestores mediante lodos activados, las pozas sépticas y las lagunas de oxidación anaerobias, facultativas y aerobias.

8.3. Análisis a nivel sectorial de los impactos ambientales potenciales de las fuentes de generación de los residuos pecuarios del Departamento del Atlántico.

Las granjas avícolas, porcícolas y las plantas de beneficio animal (bovinos y bufalinos), como toda actividad económica, son establecimientos en los cuales se desarrollan actividades que generan impactos ambientales. Estos impactos pueden ocasionarse debido a la demanda de recursos que son requeridos en cada una de las etapas y/o actividades del proceso productivo, y a su vez por los productos, subproductos y residuos generados en la cría, levante, engorde y sacrificio animal.

8.3.1. Granjas avícolas, pollos para consumo humano.

En esta sección se describen las etapas y/o actividades típicas que constituyen el proceso de producción de las granjas avícolas productoras de pollos de engorde, incluyendo las actividades de soporte y mantenimiento. Dentro de la descripción de las actividades se establecen los materiales, insumos y energías requeridos en cada una, y a su vez, los residuos sólidos, vertimientos, emisiones atmosféricas y demás factores que representen salidas en el sistema de producción.

A partir de la información contenida en la descripción de las etapas y actividades, se elabora un esquema en el que se ilustra el proceso típico de producción del sector. Esta herramienta fue diseñada y elaborada a partir de la identificación de las etapas y métodos que fueron encontrados comunes en los documentos revisados.

8.3.1.1. Descripción de las etapas y actividades típicas de la producción de pollos para consumo humano.

La producción de carne de pollo es una actividad económica que se desarrolla en distintos municipios del departamento del Atlántico, y al hacer parte del sector pecuario, sus establecimientos realizan actividades que giran alrededor del manejo de los animales, las cuales tienen la tendencia de generar impactos ambientales con el potencial de causar molestias y otros efectos adversos sobre las poblaciones que habitan en sus cercanías. Es por esta razón que la explotación avícola es desarrollada en las zonas rurales de los municipios, lejos de la urbe.

Cada ciclo de producción de pollos de engorde tiene una duración cercana a los 55 días, de los cuales aproximadamente 45 corresponden al desarrollo y crecimiento de las aves, iniciando desde la recepción de las aves con un día de vida y finalizando con la evacuación de estas hacia

la planta de aprovechamiento animal. La parte del ciclo que sigue después del retiro de los pollos corresponde al periodo de alistamiento de galpones, en el que se realizan actividades de limpieza, desinfección y adecuación para recibir un nuevo lote de pollitos (Granja Avícola Moralandia, 2011).

8.3.1.1.1. Preparación o alistamiento del galpón.

La preparación de los galpones corresponde a la etapa inicial del proceso de crianza de pollos y responde a la necesidad que tienen las aves de recibir una atención y cuidados especiales durante la producción de tipo intensivo (Condor, 2017).

La infraestructura empleada en la producción de pollos corresponde a los galpones y sus elementos, los cuales son los pisos, las camas, bebederos, comederos, criadoras, cortinas, extractores, entre otros. Estos tienen contacto directo con las aves y el material fecal generado, es decir que, una vez terminado un ciclo de crianza, los elementos del galpón presentan contaminación por excremento, lo que representa un potencial foco de enfermedades, infecciones y virus que podrían perjudicar la siguiente cochada de aves (Condor, 2017). Por tal razón es necesario garantizar que las condiciones de limpieza y seguridad sean las ideales para así disminuir el riesgo de que los pollitos se contagien de enfermedades que pudieran estar presentes en el lote anterior de pollos (Granja Avícola Moralandia, 2011).

Según la Granja Avícola Moralandia (2011), Acosta, & Jaramillo (2015) y Condor (2017), las actividades que conforman el alistamiento de los galpones para recibir los pollitos son las siguientes:

- Desarmar y retirar equipos

- Manejo de la pollinaza: incluye la recolección y el tratamiento.
- Lavar los equipos: en esta actividad se utiliza agua y detergente.
- Barrido del piso, techo, mallas y cortina por la parte interna y externa del galpón: esta actividad se realiza una vez se haya retirado la pollinaza del galpón. Durante esta se produce una resuspensión de material particulado.
- Flameo de plumas: para esto se requiere el uso de combustibles, generalmente gas natural (Ver Figura 27).
- Remojado y enjabonado del piso y cortinas del galpón: se emplea agua, detergente, creso y diésel (Ver Figura 28).
- Desinfección del galpón en general: en esta actividad es común utilizar una solución de formol o de cal viva.



Figura 27. Flameo de instalaciones. (Fuente: Magni heating technology, 2016).



Figura 28. Lavado y desinfección de galpones. (Fuente: como criar pollos, etapas de la crianza, cuidados de los pollos bb, sanidad, inversión para una granja avícola, 2013).

Seguidamente a la limpieza del galpón, viene la recepción de la cascarilla, la cual implica las siguientes actividades:

- Recepción de cascarilla: durante esta actividad se ocasiona la resuspensión de material particulado presente en la caricarilla de arroz debido al movimiento y traslado de los bultos desde el camión repartidor hasta los galpones.
- Riego y tendido de cascarilla: la cascarilla es depositada en el interior del galpón y es esparcida cubriendo toda la superficie del galpón. Esta acción constituye un aspecto ambiental que genera emisión de material particulado.
- Preparación de equipos (bebederos, comederos y criadoras): corresponde al armado e instalación de los equipos en el galpón. Esta actividad genera emisiones provenientes de la combustión de gas natural por el funcionamiento de las criadoras.

8.3.1.1.2. Crianza.

De acuerdo con Condor (2017), la Granja Avícola Pollos J.A. S.A y la Granja avícola Moralandia (2011), la etapa siguiente a la preparación de los galpones es la crianza, la cual está dividida en dos: la recepción de los pollitos, y el levante y engorde de pollos.

La recepción de los pollitos inicia con el desembarque de los animales desde el vehículo transportador hasta los galpones, en los cuales se tiene encendidas las criadoras con anterioridad para garantizar que la temperatura sea la adecuada. Las actividades ejecutadas en la recepción de los pollitos son:

- Encendido de criadoras: las criadoras requieren el uso de combustible para alimentar la llama que genera la calefacción. Generalmente se usa gas natural.
- Instalación de los pollos: corresponde al desembarque de los pollitos desde los vehículos transportadores hacia los galpones. Una vez las aves están instaladas, estas reciben una solución de agua azucarada al 10% y electrolitos si vienen deshidratadas (Ver Figura 29).



Figura 29. Pollitos instalados en el galpón. (Fuente: Tobón., 2012).

8.3.1.1.3. Levante y engorde.

Por otro lado, en el levante y engorde de pollos, se realizan las siguientes actividades:

- Manejo de alimento y agua: la ejecución de esta actividad garantiza que las aves tengan disponibilidad de alimento y agua según los requerimientos del lote de animales. Cuando la fuente de abastecimiento de agua es diferente al acueducto municipal, el agua suministrada es sometida a un tratamiento de desinfección y potabilización con hipoclorito de sodio y ácido cítrico. Es común que se generen sobras de alimento, por lo que se hace necesario la extracción de este desde los comederos para posteriormente ser cernido al final del día.
- Manejo de temperatura: esta actividad corresponde a la regulación de la temperatura dentro del galpón, la cual debe mantenerse en un rango de 18-21°C. Cuando es necesario subir la temperatura se emplean las criadoras y cuando se requiere refrescar el galpón se hace uso de los extractores. El manejo de la temperatura es clave para disminuir la mortalidad, en especial durante los primeros días de vida del pollo.
- Control de la humedad en la cascarilla (cama): para garantizar que la cascarilla que conforma la cama se encuentre seca, se hace la sustitución de las porciones que presenten exceso de humedad.
- Programación de luz: con esta actividad se garantiza que el galpón tenga las horas de luz necesarias según la edad de las aves. Esto para mantener las aves despiertas e incentivar su alimentación. Para esta actividad se requiere del uso de energía eléctrica.
- Manejo mortalidad: es normal que durante la producción de aves se produzca el deceso de un porcentaje de estas, por lo que parte de los manejos a realizar corresponde al retiro

de los individuos muertos, los cuales son manejados como residuos orgánicos no domésticos, siendo sometidos a un proceso de compostaje.

- Vacunación: esta tarea es realizada en el primer tercio del ciclo de producción, es decir, dentro de los primeros 15 días de vida de las aves. Dentro de los insumos y herramienta que se emplean se encuentran las jeringuillas, la cuales después de su uso requieren de un manejo como residuo peligros; vacunas y, en ocasiones, otros medicamentos. Algunas de las principales enfermedades que buscan ser prevenidas son: la viruela, New Castle, enfermedad respiratoria en la avicultura, edema aviar, coriza y diarrea.
- Ampliar: esta actividad corresponde aumentar el área que los pollos tienen disponible ya que conforme estos van creciendo requieren más espacio para continuar con un buen desarrollo.
- Manejo cortina: Esta actividad se basa en subir y bajar las cortinas de los galpones con el fin de controlar condiciones de temperatura y humedad interna. Se debe mencionar que al subir las cortinas se permite un intercambio de aire entre el galpón y en medio externo, por lo que es ahí donde se liberan al ambiente la mayoría de las emisiones generadas por los pollos y algunos de los elementos del galpón.

Durante el levante y engorde de los pollos se producen olores ofensivos debido a las emanaciones que generan las aves como consecuencia de las actividades fisiológicas y, además, produce ruido por el constante sonido emitido por las aves (Granja Avícola Moralandia, 2011).

A lo largo de la estadía de las aves en los galpones se producirá la muerte de un porcentaje de estas, constituyéndose así una fuente de generación de residuos orgánicos (Granja Avícola Moralandia, 2011).

8.3.1.1.4. Manejo de la pollinaza y gallinaza.

De acuerdo con información obtenida de la Granja avícola el Porvenir y la Granja Avícola el Madroño, una vez son desalojados los pollos, el manejo que se le da a la pollinaza puede ser de dos formas. La primera opción corresponde al proceso de sanitización, después del cual la pollinaza es recogida en seco (Ver Figura 30) y empacada en los sacos de polietileno en los que llegó la cascarilla de arroz a la granja. Este material es utilizado como abono orgánico, empleado en la fertilización de suelos. La segunda opción corresponde al compostaje, cuyo producto puede ser reutilizado a través de una mezcla con cascarilla de arroz nueva para así conformar la cama de los galpones al inicio de un nuevo ciclo de producción.



Figura 30. Recolección de la pollinaza. (Fuente: Carmona, 2018).

8.3.1.1.5. Manejo de aguas residuales no domésticas.

El agua residual generada en la producción de las granjas avícolas corresponde al agua que resulta de la actividad de lavado de los galpones y sus elementos, la cual está compuesta principalmente por sólidos que corresponden a la pollinaza y a la suciedad que queda adherida en las superficies del galpón. De acuerdo con la Guía ambiental de la granja avícola pollos J.A. S.A,

no hay una producción de agua residual que requiera de un manejo y mucho menos vertimiento, dado que el agua que se emplea en la limpieza de los galpones y sus elementos se escurre inmediatamente alrededor de estos, ya que no es necesario el uso de un volumen tal que pueda causar encharcamiento o escorrentía.

8.3.1.1.6. Esquema del proceso típico de producción intensiva de pollos para consumo humano.

Tomando como referencia la información contenida en la descripción de las etapas y actividades, se elabora un esquema en el que se ilustra el proceso típico de producción del sector (Ver Figura 31). Esta herramienta fue diseñada y elaborada haciendo una identificación de los puntos comunes entre los datos que fueron consultados en la bibliografía.

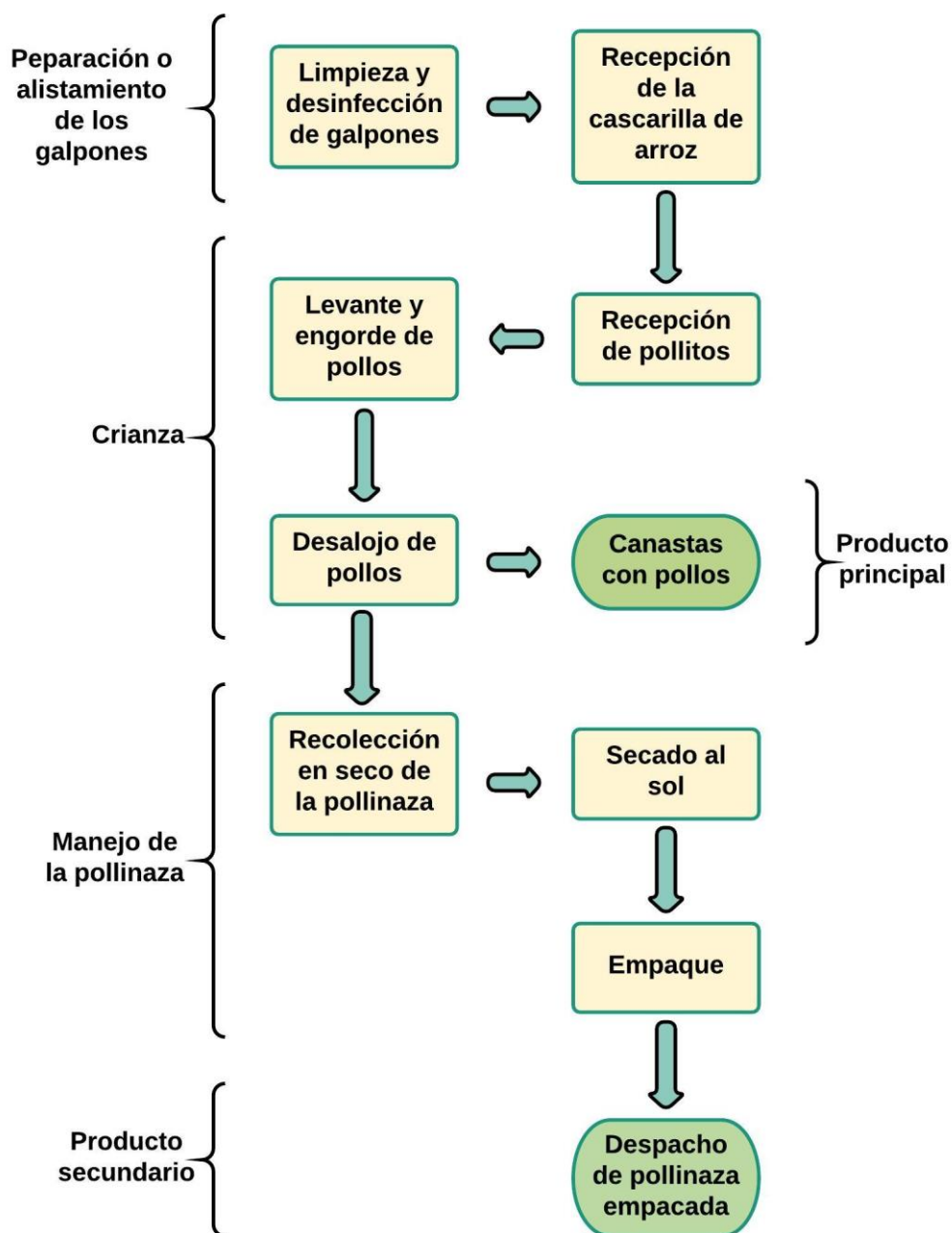


Figura 31. Esquema del proceso de crianza de pollos de engorde. (Fuente propia a partir de los datos obtenidos en la descripción de las etapas).

El proceso de explotación avícola de gallinas ponedoras se lleva a cabo de manera similar que en el de pollos de engorde, ya que en estos se desarrollan las mismas actividades, haciendo uso

de los mismos insumos y obteniendo como resultado la generación de residuos similares. La diferencia entre estos procesos radica principalmente en que la cría de gallinas ponedoras tiene una duración más prolongada. Por esta razón, para efectos de la identificación de los impactos ambientales en el sector avícola, se utilizará el diagrama del proceso de producción de pollos de engordes.

Se debe mencionar que en el diagrama de flujo no se consideró el transporte de las aves hacia los sitios de aprovechamiento debido a que no se encontró información con la que se pudiera establecer que las granjas son las encargadas de llevar a cabo esta actividad, por lo tanto, los impactos ambientales que pudieran ser generados durante el desarrollo de esta, no pueden ser atribuidos a las granjas.

8.3.1.2. Identificación de los potenciales impactos ambientales asociados a las Granjas Avícolas, Pollos para consumo humano.

En la siguiente tabla se muestra cada una de las etapas típicas del proceso de producción de pollo y, además, se incluyen algunas actividades que se realizan de manera independiente y paralela a esta (Ver Tabla 23)

Tabla 23

Identificación de los potenciales impactos ambientales de las granjas avícolas.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
- Modificación de las actividades económicas de la zona - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. - Agotamiento de recursos no renovables	Agua potable, energía térmica, energía eléctrica, formol, cal, detergente, mano de obra.	Limpieza de galpones	Agua residual con detergente, formol y cal; calor, gases de efecto invernadero, gases generados de olores ofensivos, material particulado.	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo - Alteración a la calidad del suelo
	Cascarilla de arroz, mano de obra.	Recepción y regado de la cascarilla	Sacos de polietileno, material particulado	- Alteración a la calidad del aire.
- Agotamiento de recursos no renovables	Pollitos, energía térmica, energía eléctrica,	Recepción de pollitos	Material particulado, gases de efecto invernadero, gases generados de olores ofensivos, mortandad de	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
	electrolitos, alimento concentrado.		pollitos, calor, cascarilla mojada, sacos de polietileno, ruido.	
- Agotamiento de recursos no renovables	Energía térmica, energía eléctrica, alimento concentrado, agua potable, cascarilla, vacunas, jeringas, antibióticos, vitaminas, mano de obra.	Levante	Material particulado, gases de efecto invernadero, gases generados de olores ofensivos, mortandad de pollitos, calor, cascarilla mojada, sacos de polietileno, jeringas usadas, empaques de medicamentos, ruido.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
- Agotamiento de recursos no renovables	Energía térmica, energía eléctrica, alimento concentrado, agua potable, cascarilla, jeringas, antibióticos, vitaminas, mano de obra.	Engorde	Material particulado, gases de efecto invernadero, gases generados de olores ofensivos, mortandad de pollos, calor, cascarilla mojada, sacos de polietileno, ruido.	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora
	Canastas, mano de obra	Desalojo de pollos	Canastas llenas de pollos, Canastas dañadas, material particulado, gases de efecto invernadero, gases generados de olores ofensivos, mortandad de pollos, ruido.	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.
	Mano de obra	Recolección en seco de la pollinaza	Pollinaza, material particulado, gases de efecto invernadero, gases	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
			generados de olores ofensivos.	
- Alteración a la calidad del aire	Mano de obra, pollinaza, radiación solar	Secado de la pollinaza al sol	Material particulado, gases de efecto invernadero, gases generados de olores ofensivos.	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración a la calidad del suelo - Generación y/o alteración de conflictos sociales
	Sacos de polietileno, nailon, energía eléctrica, mano de obra	Empaque y despacho de la pollinaza	Material particulado, bultos de pollinaza	- Alteración a la calidad del aire - Modificación de las actividades económicas de la zona.

Nota. La información referente a las etapas, actividades, y a las entradas y salidas de cada una de estas fue extraída del numerar anterior (Ver Descripción de las etapas y actividades típicas de la producción de pollos para consumo humano.) (Fuente propia).

En la Tabla 23 muestra las etapas y actividades de la producción avícola de los pollos para consumo humado, las entradas y salidas de cada una de estas, y los potenciales impactos ambientales asociados.

Los impactos ambientales potenciales identificados que están relacionados con más entradas y salidas son aquellos que afectan al componente atmosférico, estos son la alteración a la calidad del aire, la generación de olores ofensivos y la alteración en los niveles de presión sonora. Estos han sido identificados como potenciales en cada una de las etapas y actividades de la producción de las granjas avícolas.

8.3.1.3. Descripción de los impactos identificados.

A continuación, se clasifican los impactos según el medio y componente ambiental afectado, además, se justifica el por qué fueron considerados como potenciales del sector, a través de su definición y la relación que tienen con las salidas y entradas del proceso de producción (Ver Tabla 24)

Tabla 24

Descripción de los potenciales impactos ambientales de las granjas avícolas.

Medio	Componente	Impacto	Descripción
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones de gases provenientes de la pollinaza, la descomposición de los residuos orgánicos sólidos y de la quema de gas natural para el funcionamiento de las criadoras y para el flameo de las instalaciones. Otro factor que contribuye al cambio de las concentraciones de los contaminantes es el material particulado que se emite por el movimiento de la cascarilla de arroz y la pollinaza, ya sea por el viento, por acción de los operarios cada vez que es necesario o por el desplazamiento de las aves al interior de los galpones.
		Generación de olores ofensivos	Cambio en la concentración de los contaminantes en el aire, producto de la emisión de sustancias generadoras de olores ofensivos provenientes de la pollinaza y los residuos sólidos orgánicos en descomposición. La percepción de los olores ofensivos se intensifica cada vez que se realizan actividades que implican el movimiento de la pollinaza, entre las que se encuentran el retiro de esta de los galpones y la disposición sobre la zona de secado.
		Alteración en los niveles de presión sonora	Cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido por el piar de las aves

Medio	Componente	Impacto	Descripción
	Hidro-geológico	Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas subterráneas o su zona de recarga como consecuencia del escurrimiento del agua residual generada durante el lavado de los galpones en la etapa de preparación o alistamiento de estos
		Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) en un acuífero determinado o sus zonas de recarga que causan una modificación en la oferta de aguas subterráneas como consecuencia de la extracción de agua para cubrir la demanda del proceso de producción de pollos
	Hidrológico	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	Cambio de los caudales y/o volúmenes en un cuerpo de agua superficial que causan una modificación de la oferta hídrica como consecuencia de la captación de agua para cubrir la demanda del proceso de producción de pollos

Medio	Componente	Impacto	Descripción
	Suelo	Alteración a la calidad del suelo	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia del vertimiento de agua residual generada durante el lavado de los galpones en la etapa de preparación o alistamiento de estos. Otra acción que podría ocasionar alteración a la calidad del suelo es el secado de la pollinaza, ya que durante esta actividad el residuo sólido es ubicado en el suelo.
	Recursos no renovables	Agotamiento de recursos no renovables	El agotamiento de recursos no renovables está asociado al uso de combustibles no renovables. En las granjas avícolas el combustible generalmente utilizado es el gas natural, necesario para el funcionamiento de las criadoras y para el flameo de las instalaciones durante la etapa de preparación y alistamiento de los galpones.
Socio-económico	Espacial	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	<p>Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales, como consecuencia del abastecimiento de agua potable requerida para cubrir la demanda de las granjas para el proceso de producción de pollos.</p> <p>Por otro lado, las granjas avícolas contribuyen a la disminución de la vida útil del relleno sanitario, ya que durante su operación se generan en ellas residuos ordinarios como envolturas de medicamentos, plástico y cartón que son recolectados por un gestor que los traslada a un relleno sanitario.</p> <p>Finalmente, las granjas avícolas, al utilizar energía eléctrica proveniente de las redes</p>

Medio	Componente	Impacto	Descripción
			de abastecimiento municipales, también son responsables de un cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios de energía.
	Económico	Modificación de las actividades económicas de la zona	Este impacto está asociado al incremento de la oferta de empleo que generan las granjas avícolas debido a la necesidad de mano de obra calificada y no calificada, lo cual brinda una oportunidad para mejorar la economía de las personas que pudieran ser empleadas. Por otro lado, estos proyectos son directamente responsables del incremento y fortalecimiento del sector de la producción avícola.
Político adminis- trativo	Socio- económico	Generación y/o alteración de conflictos sociales	Este impacto se basa principalmente en la generación de expectativas que podrían surgir en la comunidad aledaña, como consecuencia de actividades del proceso de producción podrían suponer un riesgo para la calidad de vida, entre las que se encuentran el secado de la pollinaza

Nota. La descripción de los impactos fue realizada usando la información disponible en Listado De Impactos Ambientales Específicos En El Marco Del Licenciamiento Ambiental (MADS, 2020).

Ver numeral anterior (Identificación de los potenciales impactos ambientales asociados a las Granjas Avícolas, Pollos para consumo humano).

8.3.2. Granjas Porcícolas.

A continuación, son descritas las etapas y/o actividades que conforman el proceso típico de producción en las granjas porcícolas, incluyendo las actividades de soporte y mantenimiento. En esta sección se incluye información referente a los materiales, insumos y energías requeridos en cada etapa y/o actividad, y a su vez, los residuos sólidos, vertimientos, emisiones atmosféricas y demás factores que representen salidas en el sistema de producción.

Partiendo de la descripción del proceso de producción, se elabora un esquema en el que se ilustra el proceso típico de producción del sector. Esta herramienta fue diseñada y elaborada a partir de la identificación de las etapas y métodos que fueron encontrados comunes en los documentos revisados.

8.3.2.1. Descripción de las etapas y/o actividades típicas de la producción en las granjas porcícola.

El proceso de crianza intensiva de cerdos está compuesto por etapas que conforman dos ciclos que se desarrollan de forma paralela. Uno de estos corresponde a la reproducción, el cual es un ciclo cerrado conformado por el periodo de calor de la cerda, la cubrición, la gestación, el parto, la lactancia y el destete. El otro, es un ciclo abierto que corresponde al desarrollo de los cerdos desde el momento en que se realiza el destete, hasta que alcanzan el peso ideal para su sacrificio o para integrarlos al ciclo de reproducción en caso de que sean elegidos como animales de reemplazo (Ángel & Fuentes, 2014).

De acuerdo con Pinto, Ruiz, & Villamil (2017) y Rodríguez, Rodríguez & Villasmil (2012), las etapas y actividades típicas del proceso de producción intensiva de cerdos son las siguientes:

8.3.2.1.1. Cubrición.

La cubrición corresponde a la etapa en la que las cerdas son servidas una vez se hace la detección del estado de celo. El servicio puede hacerse por monta natural (apareamiento) (Ver Figura 32) o artificial (inseminación). En el caso de las granjas que realizan inseminación artificial, se realiza el ordeño (masturbación) del macho reproductor para la obtención del semen, el cual es depositado en un recipiente especial (Ver Figura 33). Posteriormente son preparadas las dosis que luego serán aplicadas a las cerdas en el interior de su aparato reproductor a través de sondas (Ver Figura 34). La etapa de cubrición tiene una duración aproximada de dos días, en la que la cerda recibe dos o tres servicios.

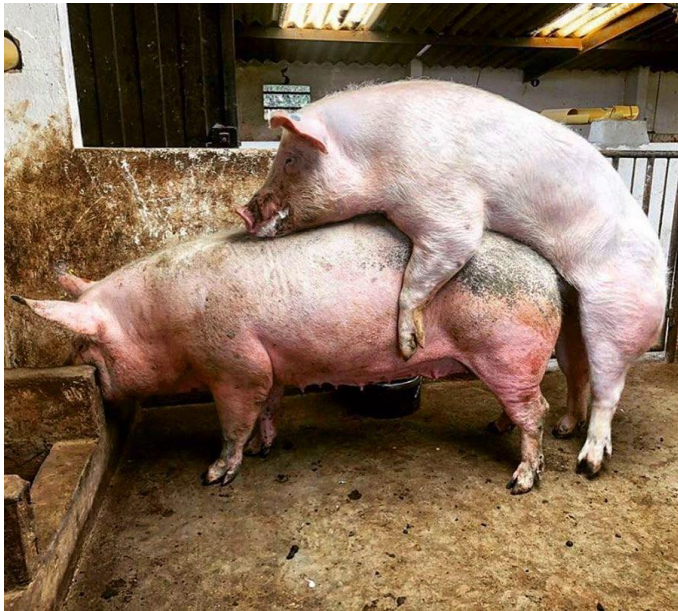


Figura 32. Monta natural de cerdos. (Fuente: Adictosalcampo, 2020).



Figura 33. Ordeño del cerdo reproductor. (Fuente: la porcicultura.com).



Figura 34. Inseminación de las cerdas. (Fuente: la porcicultura.com).

8.3.2.1.2. Gestación.

Esta etapa tiene una duración promedio de 114 días, los cuales se empiezan a contar desde el día en que la cerda es cubierta por el macho o inseminada artificialmente, hasta el día del parto. En esta etapa la hembra permanece en jaulas individuales y aumenta la cantidad de alimento ingerido como consecuencia de la demanda de nutrientes necesarios para el desarrollo de los fetos (Ver Figura 35).



Figura 35. Cerdas gestantes en las jaulas de gestación (Fuente: elsitioporcino.com).

8.3.2.1.3. Parto.

En esta etapa se presentan tres momentos: el de preparatoria, el de expulsión de los fetos y el de la expulsión de la placenta:

- En la sección de preparatoria o de espera, se trata de la semana anterior al momento del parto, en la que las cerdas son trasladadas al corral de maternidad con el fin de evitar que estas den a luz en los corrales de gestación, ya que estos no cuentan con el diseño adecuado para albergar a la madre con sus lechones. Durante estos días la cerda es desparasitada y bañada para garantizar que se encuentre limpia al momento que se presente dicho parto.
- En la sección de expulsión, cuando el parto es normal, el tiempo transcurrido entre un lechón y otro, es de aproximadamente de 15 minutos y la duración del parto varía según el tamaño de la camada (Ver Figura 36).

- Por último, la sección de la placenta, corresponde a la expulsión de las membranas fetales por acción de las contracciones uterinas. Estas placentas son retiradas y posteriormente se limpia en seco a los lechones.

Durante el parto y los días posteriores a este, se puede presentar muerte en algunos cerdos nacidos, los cuales son inmediatamente retirados del corral de maternidad (Pinto, Ruiz, & Villamil, 2017). El manejo que se le da a los lechones muertos, al igual que al material de placenta expulsado durante el parto, la disposición en una compostera (Granja Porcícola La Picardía, 2011)



Figura 36. Nacimiento de los lechones. (Fuente: Universo porcino, 2005).

8.3.2.1.4. Lactancia.

Después del parto comienza el período de maternidad o lactación, en el que los lechones lactan durante 23 días contados a partir de la fecha de nacimiento. Durante este periodo, generalmente en los primeros días, les son cortados los colmillos y la cola.

En esta etapa el control de la temperatura es fundamental, debido a que los lechones requieren un ambiente cálido, por lo que se hace uso de criadoras (generalmente a gas), manteniendo una temperatura por encima de los 28°C (Ver Figura 37).

En la lactancia se detectan los animales que son potenciales reemplazos de las hembras de cría y de verraco reproductor, en caso de ser necesario. De esta manera los lechones machos que serán destinados para la producción de carne son castrados aproximadamente a los 10 días de vida.

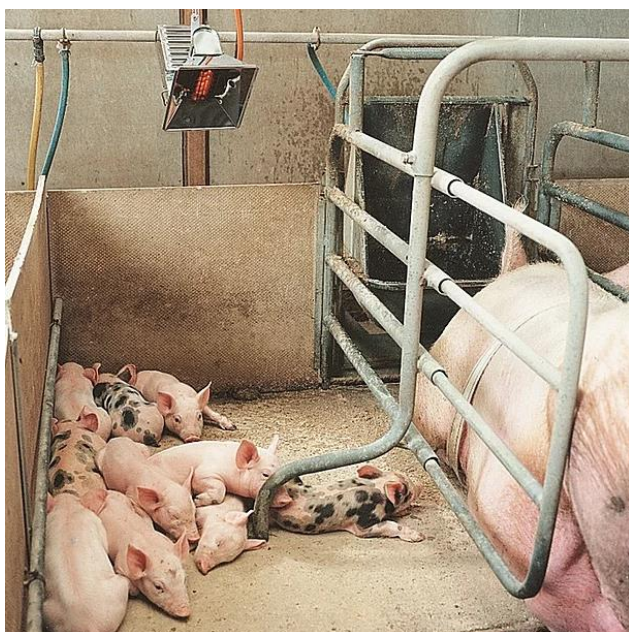


Figura 37. Lechones y cerda en etapa de lactancia. (Fuente: Wilpat, 2013).

8.3.2.1.5. Precebo.

Durante el precebo los lechones dejan de ser alimentados con leche materna y empiezan a recibir alimentos concentrados. Se debe mencionar que durante esta etapa los cerdos siguen requiriendo un ambiente cálido igual que en la lactancia, por ende, se siguen usando las criadoras (Ver Figura 38).

Durante el precebo, cada animal es vacunado conforme a su edad y peso, lo que convierte al precebo en una etapa en la que se generan residuos peligrosos como jeringas usadas.



Figura 38. Cerdos en etapa de precebo. (Fuente: Wilpat. 2013).

8.3.2.1.6. Cebo.

El cebo es la etapa final de los cerdos en la granja y puede ser denominado también como periodo de “engorde”. Durante el cebo los cerdos son engordados hasta alcanzar un peso de aproximadamente 120 Kg. Al igual que las etapas anteriores la alimentación y la calidad del agua son fundamentales, igualmente los parámetros de temperatura y densidad por corral (Ver Figura 39).



Figura 39. Cerdos en etapa de cebo. (Fuente: Panorama rural ahora, 2012).

8.3.2.1.7. Manejo de la porquinaza sólida y líquida.

La porquinaza corresponde a las deyecciones solidas (porquinaza sólida) y líquidas (porquinaza líquida) generadas por los cerdos. En esta última se incluye el agua residual generada durante el lavado de los corrales.

De acuerdo a la Granja porcícola la Picardía (2011), la Granja Porcícola William Ganem (2019) y la Granja Porcícola Virgen del Carmen (2020), el manejo que se le da a la porquinaza solida consiste en la recolección en seco directamente desde los corrales y jaulas, con una frecuencia de una vez por día (Ver Figura 40). Este residuo es dispuesto en una eras de secado, en la que por acción de la radiación solar el contenido de humedad del material disminuye. Posterior a esto, la porquinaza puede ser utilizada en la biofertilización de suelos.

Por otro lado, en cuanto al tratamiento de la porquinaza líquida, esta es dirigida hacia un sistema de tratamiento conformado generalmente por pozas sépticas (tratamiento anaeróbico) o lagunas de oxidación que reciben el material después de una separación de solidos por medio de

trampas de grasas y desarenadores. Al final de este sistema de tratamiento, el producto es aplicado como fertilizante y abono a los potreros de pastos y cultivos.



Figura 40. Recolección en seco de la porquinaza en los corrales. (Fuente: Farmer, 2018).

8.3.2.1.8. Esquema del proceso de crianza de cerdos.

Tomando como referencia la información contenida en la descripción de las etapas y actividades, se elabora un esquema en el que se ilustra el proceso típico de producción del sector (Ver Figura 41). Esta herramienta fue diseñada y elaborada haciendo una identificación de los puntos comunes entre los datos que fueron consultados en la bibliografía.

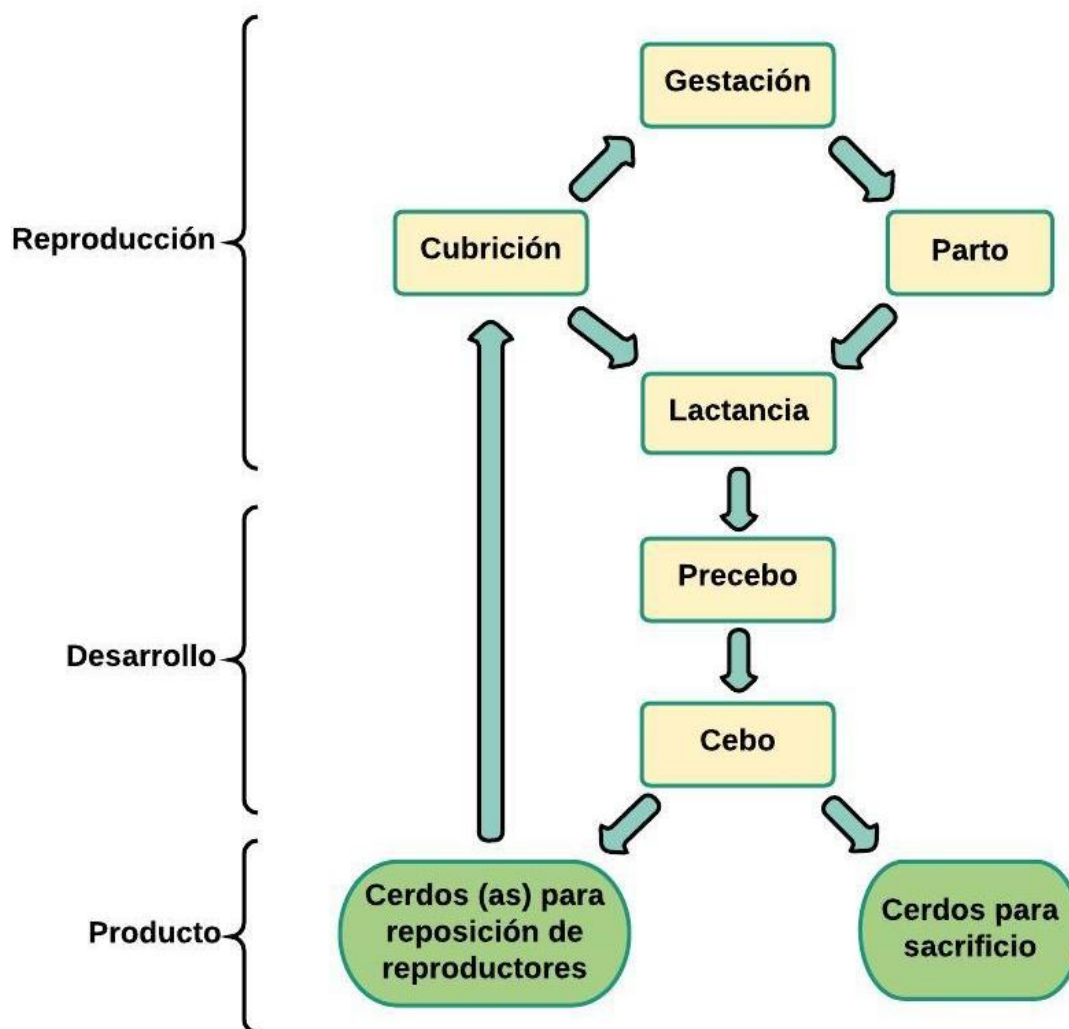


Figura 41. Esquema del proceso típico de producción de las granjas porcícolas. (Fuente propia a partir de la información de la descripción de las actividades de la producción porcícola).

Se debe aclarar que no todas las granjas poseen una producción de ciclo completo, algunas reciben los animales ya destetados. Entre estas granjas se encuentra la Granja porcícola Mi Hermano y yo, ubicada en el municipio de Polonuevo/Atlántico. Según la información obtenida a partir del Plan de Cumplimiento ambiental que esta granja presentó a la CRA en septiembre de 2010, el ciclo productivo inicia con la recepción de cerdos con un peso de 25 Kg y termina una

vez estas han alcanzado el peso ideal para ser sacrificados. Por tal razón en la granja no se desarrollan las etapas de cubrición, gestación y lactancia.

Por otro lado, algunas granjas están enfocadas en la reproducción y su enfoque es producir lechones que son vendidos una vez son destetados.

8.3.2.2. Identificación de impactos potenciales del sector.

En la Tabla 25 se muestra cada una de las etapas típicas del proceso de producción de cerdos y, además, se incluyen algunas actividades que se realizan de manera independiente y paralela a esta.

Tabla 25

Identificación de los potenciales impactos ambientales de las granjas porcícolas.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo. - Modificación de las actividades económicas de la zona. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. 	Agua potable, alimento concentrado, energía eléctrica, dosis de semen, sonda, mano de obra.	Cubrición	Porquinaza sólida y líquida, material particulado, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero, sonda (residuo sólido), recipiente plástico (residuos sólidos), ruido.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos. - Alteración en los niveles de presión sonora. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo. - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial.
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo 	Agua potable, alimento concentrado, energía	Gestación	Porquinaza sólida y líquida, material particulado, gases generadores de olores	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Modificación de las actividades económicas de la zona - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. 	eléctrica, mano de obra.		ofensivos, gases de efecto invernadero, ruido, sacos de polietileno.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en los niveles de presión sonora. - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial.
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo. - Modificación de las actividades económicas de la zona. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. - Agotamiento de recursos no renovables 	Agua potable, alimento concentrado, energía eléctrica, energía térmica, mano de obra, medicamentos.	Parto	Porquinaza sólida y líquida, material particulado, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero, lechones muertos, material de placenta, ruido, jeringas usadas, residuos ordinarios.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos. - Alteración en los niveles de presión sonora. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
				- Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial.
- Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial.	Agua potable, alimento	Lactancia	Porquinaza sólida y líquida, material	- Alteración a la calidad del aire.
- Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.	concentrado, energía		particulado, gases	- Generación de olores ofensivos.
- Modificación de las actividades económicas de la zona.	eléctrica, energía		generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero,	- Alteración en los niveles de presión sonora.
- Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	térmica, mano de obra, medicamentos.		corte de colas y colmillos, lechones muertos, ruido, sacos de polietileno, jeringas usadas, residuos ordinarios.	- Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.
- Agotamiento de recursos no renovables.				- Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo.
				- Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo. - Modificación de las actividades económicas de la zona. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. - Agotamiento de recursos no renovables. 	Agua potable, alimento concentrado, energía eléctrica, energía térmica, mano de obra, vacunas.	Precebo	Porquinaza sólida y líquida, material particulado, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero, jeringas, residuos orgánicos generados en la castración, ruido, sacos de polietileno, jeringas usadas, residuos ordinarios.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos. - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo. - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en los niveles de presión sonora. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo. - Modificación de las actividades 	Agua potable, alimento concentrado, energía	Cebo	Porquinaza sólida y líquida, material particulado, gases generadores de olores ofensivos, gases de	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
económicas de la zona. - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	eléctrica, mano de obra.		efecto invernadero, ruido, sacos de polietileno.	- Alteración en los niveles de presión sonora. - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo. - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial.
Actividades complementarias a la producción				
- Modificación de las actividades económicas de la zona. - Alteración a la calidad del aire.	Porquinaza sólida y líquida, radiación solar, mano de obra.	Manejo de la porquinaza sólida y líquida	Fertilizante líquido, fertilizante sólido, residuos orgánicos sólidos, material particulado, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero.	- Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos. - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo. - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial. - Alteración a la calidad del suelo. - Alteración a ecosistemas

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
				acuáticos. - Generación y/o alteración de conflictos sociales.
- Modificación de las actividades económicas de la zona. - Alteración a la calidad del aire.	Lechones muertos, material de placenta, corte de colas.	Manejo de la mortalidad y otros residuos orgánicos	Abono orgánico, material particulado, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero.	- Alteración a la calidad del aire. - Generación de olores ofensivos. - Modificación de las actividades económicas de la zona. - Generación y/o alteración de conflictos sociales.

Nota. La información referente a las etapas, actividades, y a las entradas y salidas de cada una de estas fue extraída del numerar anterior (Ver Descripción de las etapas y/o actividades típicas de la producción en las granjas porcícola.).

De acuerdo a la información de la Tabla 25 los impactos ambientales que están asociados a más actividades son aquellos que afectan al componente atmosférico, siendo estos la alteración a la calidad del aire, la generación de olores ofensivos y la alteración en los niveles de presión sonora. Otros componentes que hacen parte de los más asociados a actividades es el hidrológico debido a la alteración en la calidad del recurso hídrico superficial y el hidrogeológico debido a la alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo.

8.3.2.3. Descripción de los impactos identificados.

A continuación, se clasifican los impactos según el medio y componente ambiental afectado, además, se justifica el por qué fueron considerados como potenciales del sector. Esta justificación se hace a través de la definición de cada uno y de la descripción de la relación que tienen con las salidas y entradas del proceso de producción (Ver Tabla 26)

Tabla 26

Descripción de los potenciales impactos ambientales de las granjas porcícolas.

Medio	Componente	Impacto	Descripción
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones de gases provenientes de la porquinaza sólida y líquida, de la descomposición de los residuos orgánicos sólidos y de la quema de gas natural para el funcionamiento de las criadoras en las etapas de parto, lactancia y precebo. Otro factor que contribuye al cambio de las concentraciones de los contaminantes es el material particulado que se emite por el movimiento de porquinaza, ya sea por el viento, por acción de los operarios cada vez que hacen la recolección en seco o por la disposición en las eras de secado.
		Generación de olores ofensivos	Cambio en la concentración de los contaminantes en el aire, producto de la emisión de sustancias generadoras de olores ofensivos provenientes de la porquinaza sólida y líquida, los residuos sólidos orgánicos en descomposición durante el proceso de compost y de las aguas residuales durante su tratamiento. La percepción de los olores ofensivos se intensifica cada vez que se realizan actividades que implican el movimiento de la porquinaza, entre las que se encuentran la recolección de esta de los corrales y jaulas, y la disposición sobre la zona de secado.
		Alteración en los niveles de presión sonora	Cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido por el gruñir de los cerdos, especialmente cuando se les está suministrando el alimento y cuando son atrapados para realizarles algún procedimiento, entre los que

Medio	Componente	Impacto	Descripción
	Hidro-geológico		se encuentran la castración, el corte de colas y colmillos, la vacunación y cualquier curación.
		Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas subterráneas o su zona de recarga que podrían surgir como consecuencia de infiltración desde las pozas sépticas en las que se trata la porquinaza líquida. Otro aspecto que podría dar origen al impacto en cuestión es la aplicación (vertimiento en suelo) del agua residual tratada como fertilizante de suelo.
		Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) en un acuífero determinado o sus zonas de recarga que causan una modificación en la oferta de aguas subterráneas como consecuencia de la extracción de agua para cubrir la demanda del proceso de producción intensiva de cerdos, cuya actividad que tienen mayor demanda del recurso es el lavado de los corrales y jaulas, la cual se lleva a cabo en cada una de las etapas de los cerdos.
		Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Cambios en las características fisicoquímicas, microbiológicas y/o hidrobiológicas de las aguas superficiales que podría surgir como consecuencia del escurrimiento del agua residual tratada que es aplicada al suelo como abono.
	Hidrológico	Alteración en la oferta y	Cambio de los caudales y/o volúmenes en un cuerpo de agua superficial que causan una modificación de la oferta hídrica como consecuencia de la captación de agua

Medio	Componente	Impacto	Descripción
	Suelo	disponibilidad del recurso hídrico superficial	para cubrir la demanda del proceso de producción de cerdos. El agua captada es utilizada principalmente para el lavado de los corrales y jaulas que contienen a los cerdos en cada una de las etapas de producción.
		Alteración a la calidad del suelo	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de la aplicación (vertimiento en suelo) del agua residual tratada como fertilizante de suelo.
	Recursos no renovables	Agotamiento de recursos no renovables	El agotamiento de recursos no renovables está asociado al uso de combustibles no renovables. En las granjas porcícolas el combustible generalmente utilizado es el gas natural, necesario para el funcionamiento de las criadoras utilizadas para la calefacción de los cerdos, especialmente de los lechones durante la etapa de lactancia.
Socioeconómico	Espacial	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios	<p>Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales, como consecuencia del abastecimiento de agua potable requerida para cubrir la demanda de las granjas para el proceso de producción de cerdos, generalmente para el consumo de los animales.</p> <p>Por otro lado, las granjas porcícolas contribuyen a la disminución de la vida útil del relleno sanitario, ya que durante su operación se generan en ellas residuos ordinarios</p>

Medio	Componente	Impacto	Descripción
		públicos y sociales.	<p>como envolturas de medicamentos, plástico y cartón que son recolectados por un gestor el cual los traslada a un relleno sanitario.</p> <p>Finalmente, las granjas porcícolas, al utilizar energía eléctrica proveniente de las redes de abastecimiento municipales, también son responsables de un cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios de energía.</p>
	Económico	Modificación de las actividades económicas de la zona	<p>Este impacto está asociado al incremento de la oferta de empleo que generan las granjas porcícolas debido a la necesidad de mano de obra calificada y no calificada, lo cual brinda una oportunidad para mejorar la economía de las personas que pudieran ser empleadas.</p> <p>Por otro lado, estos proyectos son directamente responsables del incremento y fortalecimiento del sector de la producción porcícola.</p>
	Político Admtvo.	Generación y/o alteración de conflictos sociales	<p>Este impacto se basa principalmente en la generación de expectativas que podrían surgir en la comunidad aledaña, como consecuencia de actividades del proceso de producción que podrían suponer un riesgo para la calidad de vida, entre las que se encuentran el secado de la porquinaza sólida, el tratamiento de la porquinaza líquida y la aplicación al suelo del agua residual tratada.</p>

Nota. La descripción de los impactos fue realizada usando la información disponible en Listado De Impactos Ambientales Específicos En El Marco Del Licenciamiento Ambiental (MADS, 2020).

Ver numeral anterior (Identificación de impactos potenciales del sector.).

8.3.3. Plantas de Beneficio animal, sacrificio de vacunos.

El departamento del Atlántico cuenta actualmente con 6 Plantas de Beneficio Animal o Mataderos activos. En estos establecimientos se hace el sacrificio y preparación de ganado bovino y bufalino para su posterior venta al por mayor y al detal en los expendios, almacenes de cadena y en mercados locales.

Las reses que son procesadas en estos mataderos provienen no solamente del departamento del Atlántico, una buena parte de estas son transportadas desde otras partes de la Región Caribe, destacándose los departamentos de Bolívar, Magdalena, Sucre, Cesar y Montería (Pertuz, 2021)

En temporada seca también se procesan reses provenientes de los departamentos de Antioquia, Norte de Santander y Santander. Estos animales vienen de la industria de explotación lechera y se caracterizan por ser delgados, lo que los hace poco atractivos para la industria cárnica. Sin embargo, cuando es temporada seca, las reses lecheras no difieren en calidad con las reses de los departamentos de la Región Caribe (Pertuz, 2021)

8.3.3.1. Descripción de las etapas y/o actividades desarrolladas en las plantas de beneficio animal.

El sistema de producción de las plantas de beneficio animal se basa en estaciones en las que una vez las reses son sacrificadas, son transportadas a través de un sistema de suspensión, cuya etapa final corresponde al punto de embarcamiento de las reses a los vehículos encargados de transportar las canales hacia los sitios de venta de carnes (Pertuz, 2021)

De acuerdo con Condurhuamán, & Salas (2008) y Pertuz (2021) el proceso de producción de las plantas de beneficio animal consta de las siguientes etapas y/o actividades:

8.3.3.1.1. Estabulación.

Una vez que los animales llegan al matadero, estos son dirigidos de los camiones hacia los establos (Ver Figura 42). Esta etapa es un punto crítico en cuanto a la emisión de olores y es una de las causas de que los mataderos sean considerados como actividades molestas. Durante la estabulación de los animales se producen cantidades importantes de estiércol y orina que son factores de impacto relevantes (Ver Figura 43).

En los mataderos del departamento del Atlántico, las reses llegan en el transcurso del día en que van a ser sacrificadas, sin embargo, es común que algunos animales no ingresen a la línea de sacrificio ese mismo día debido a condiciones y cambios en la demanda del mercado, lo que hace necesario de un trabajador lleve pasto al corral de estabulación durante el tiempo que sea necesario.

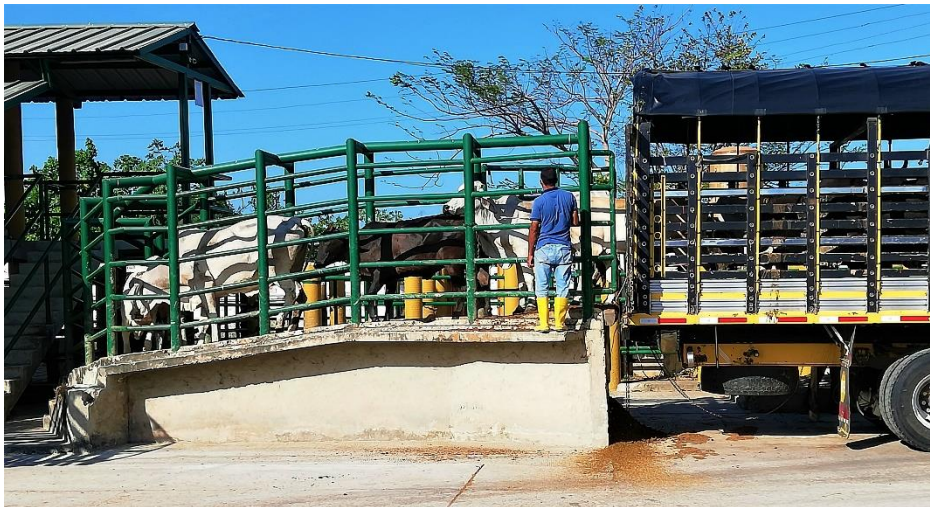


Figura 42. Desembarque de las reses. (Fuente: Servicercializadora Barraza Mora S.A., 2021).



Figura 43. Estabulación de reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A., 2021).

8.3.3.1.2. Baño.

Antes de ingresar a la sala de sacrificio los animales son sometidos a un baño, el cual se lleva a cabo en un corral que dispone de un sistema de tuberías perforadas para permitir la salida del agua. Esto se hace con el fin de retirar suciedades como tierra, barro y estiércol que normalmente las reses traen sobre el cuero (Ver Figuras 44 y 45).



Figuras 44 y 45. Baño de reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.3. Sacrificio.

Para el sacrificio de las reses se emplean pistolas de punzo penetrante. Una vez la res entra en el cubículo de sacrificio se le inmoviliza la cabeza entre dos placas metálicas y un operario ubica la boquilla de la pistola sobre la frente del animal, exactamente entre los dos cuernos.

Inmediatamente la pistola es accionada y el animal experimenta una muerte instantánea debido la penetración del punzo, impulsado por aire proveniente de un sistema de compresión (Ver Figura 46).



Figura 46. Sacrificio de la res. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.4. Desangrado.

Justo después de la muerte del animal, este es suspendido a través de una cadena asegurada a una un sistema de suspensión aérea y se procede con el degüelle y desangrado (Ver Figura 47).

La sangre generada en el degüelle es recolectada y vendida como sub producto para la elaboración de harina de sangre, empleada en la elaboración de alimentos para animales.

Seguidamente al desangrado, un operario procede a realizar el corte y desprendimiento de la cabeza de la res.



Figura 47. Desangrado de las reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.5. Retiro del cuero.

Tras el desangrado, se procede al desprendimiento del cuero. Esta operación se realiza a mano, o bien por tracción con la ayuda de máquinas automáticas (Ver Figuras 48 y 49). Las pieles constituyen un subproducto que es utilizado como materia prima en la industria del cuero.



Figuras 48 y 49. Retiro del cuero. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.6. Evisceración.

La evisceración es una operación delicada desde el punto de vista de la higiene. Durante esta etapa se liga el esófago y el recto para evitar cualquier contaminación procedente del tracto intestinal.

La evisceración es realizada manualmente por un operario que con la ayuda de un cuchillo desprende en primera instancia las vísceras blancas del cuerpo de la res, que por la acción de la gravedad caen sobre una ranfla a través de la cual son dirigidas a un cuarto externo a la sala de matanza, de esta manera se inicia el subproceso de tratamiento de vísceras (Ver Figura 50).

Durante la evisceración es extraído el feto de las vacas que son sacrificadas estando en periodo de gestación y es incluido en el mercado si se encuentra completamente desarrollado (Ver Figura 51). En el caso de que el feto no se haya desarrollado suficientemente se dispuso como residuo orgánico.

Finalmente se retiran las vísceras rojas y son llevadas al cuarto de vísceras rojas, donde seorean a temperatura ambiente hasta el momento en que son despachadas en los vehículos transportadores de alimentos (Ver Figura 52).



Figuras 50 y 51. Retiro de las vísceras blancas. (Fuente: Servicercializadora Barraza Mora S.A.,2021).



Figura 52. Retiro de las vísceras rojas. (Fuente: Servicercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.7. División de la canal.

Una vez eviscerados los animales, pasan a la estación de división, en la que un operario parte la res en dos haciendo uso de una sierra eléctrica, obteniéndose las medias carcazas o canales (Ver Figura 53).



Figura 53. División de la canal. (Fuente: Servicercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.8. Limpieza de canales.

Obtenidas las canales, se realiza su limpieza con agua clorada para eliminar la contaminación superficial compuesta principalmente por microorganismos y restos de sangre Esta actividad es opcional y se ejecuta en casos en que la canal presente restos de sangre evidentes.

Adicionalmente, un operario retira el exceso de grasa y cebo, el cual es recolectado y vendido como subproductos a terceros (Ver Figura 54).



Figura 54. Limpieza de las medias canales. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.9. Refrigeración.

La refrigeración no es una etapa fija de la línea de producción de los mataderos, ya que en algunos de estos solo se realiza para almacenar canales que no serán despechadas el día en que fueron obtenidas (Ver Figura 55).



Figura 55. Refrigeración de canales de reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.10. Tratamiento de vísceras blancas.

Es un procedimiento que se realiza en paralelo al manejo de la canal a partir de la sección de evisceración. El tratamiento de las vísceras blancas se lleva a cabo en una caldera rotativa llena de una solución de agua y cal, calentada a través de la combustión de gas natural (Ver Figura 56). Después de esto, las vísceras son enjuagadas para retirar la cal y demás impurezas, para luego ser enfriadas y despachadas hacia los respectivos expendios en los vehículos transportadores de alimentos (Matadero CAES de Colombia, 1998). El agua residual generada en este proceso es dirigida al sistema de tratamiento de agua residual.



Figura 56. Tratamiento de vísceras blancas. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A., 2021).

8.3.3.1.11. Tratamiento de aguas residuales.

Las aguas residuales generadas en las plantas de beneficio animal se caracterizan por tener una elevada carga orgánica, grasa, sólidos sedimentables y sólidos suspendidos, por lo que los sistemas de tratamiento residuales están enfocados en el control de estos parámetros. En este orden de ideas, los principales elementos que conforman las plantas de tratamiento residual de las plantas de beneficio animal son las rejillas, sedimentadores, trampa de grasas y tratamientos biológicos como pozas sépticas y lagunas de oxidación (Ver Figura 57). Los sólidos generados en el tratamiento del agua residual son dispuestos junto con el estiércol y el material intestinal de las reses.



Figura 57. Albercas de tratamiento de agua residual industrial. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A.,2021).

8.3.3.1.12. Manejo y disposición final de los residuos sólidos del proceso de producción.

Los residuos sólidos que son generados en el marco de la operación de las plantas de beneficio animal corresponden principalmente al estiércol generado durante el tiempo que las reses permanecen en los corrales y al contenido estomacal extraído en el tratamiento de las vísceras blancas. Se debe mencionar que el cebo que se genera a lo largo de toda la línea de producción no constituye un residuo sólido sino un subproducto que es comercializado (Pertuz, 2021).

Para la recolección de estiércol y el contenido ruminal, los mataderos disponen de un estercolero en el que se depositan estos residuos sólidos (ver Figura 58), los cuales son transportados diariamente lugares en las que se utiliza como fertilizante de suelo después de haber sido sometido a un proceso de secado al sol.



Figura 58. Almacenamiento del contenido intestinal de las reses. (Fuente: Servicomercializadora Barraza Mora S.A., 2021).

8.3.3.1.13. Esquema Del Proceso De Sacrificio De Ganado Bovino en Plantas De Aprovechamiento Animal.

Tomando como referencia la información contenida en la descripción de las etapas y actividades, se elabora un esquema (Ver Figura 59) en el que se ilustra el proceso típico de producción del sector. Esta herramienta fue diseñada y elaborada haciendo una identificación de las etapas y/o actividades típicas de las plantas de beneficio animal.

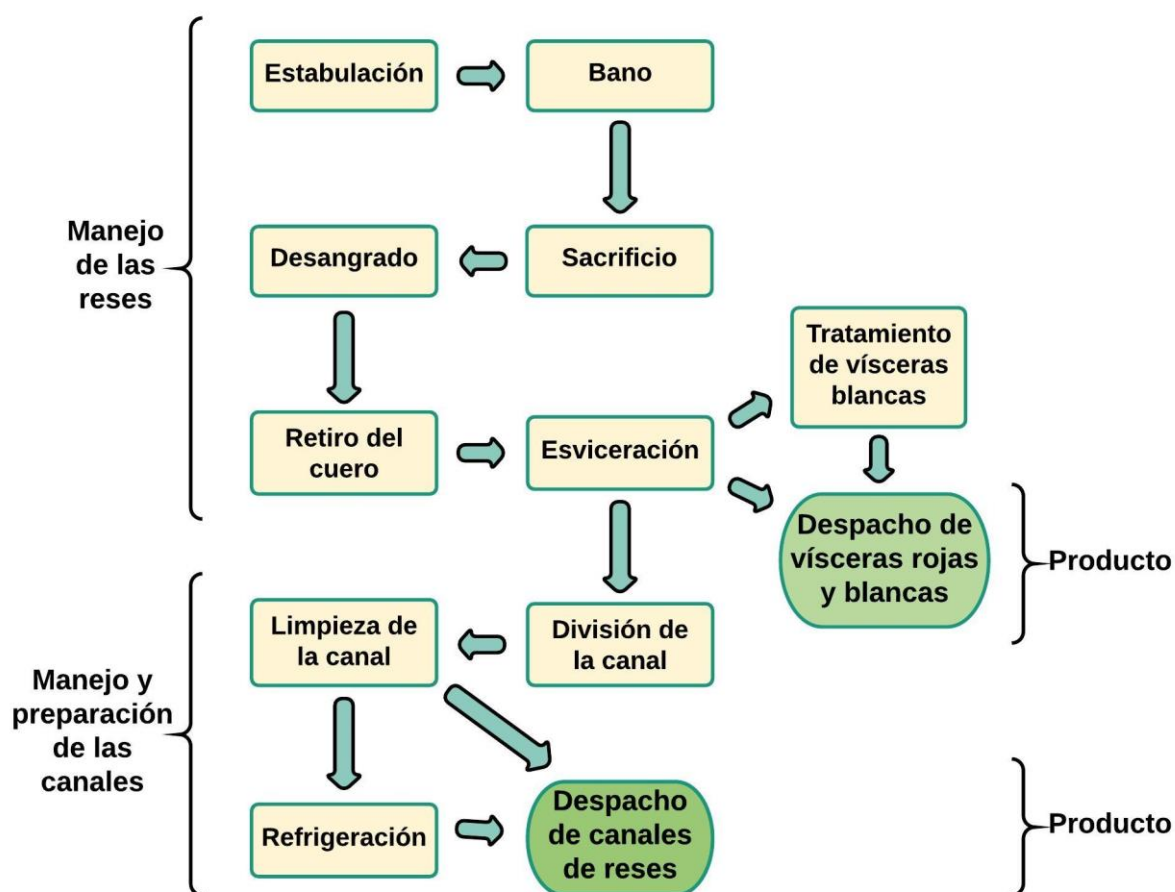


Figura 59. Esquema del proceso típico de producción de las Plantas de Aprovechamiento Animal. (Fuente propia a partir de la información de la descripción de las etapas productivas de las plantas de beneficio animal).

8.3.3.2. Identificación de impactos potenciales del sector.

En la Tabla 27 se ilustra el diagrama de flujo del proceso de producción de las plantas de beneficio animal, en el que se incluyen cada una de las etapas típicas que lo conforman y, además, se incluyen algunas actividades que se realizan de manera independiente y complementaria.

Tabla 27

Diagrama de flujo e identificación de los potenciales impactos ambientales de las plantas de beneficio animal.

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo - Modificación de las actividades económicas de la zona 	Reses, alimento vegetal, agua potable, mano de obra.	Estabulación	Estiércol, orín, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero, ruido.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial - Alteración a la calidad del suelo - Generación y/o alteración de conflictos sociales
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial. - Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo 	Agua potable	Baño	Estiércol, orín, gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero, ruido.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo - Alteración en la calidad del

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
- Modificación de las actividades económicas de la zona - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	Energía mecánica, energía eléctrica, mano de obra	Sacrificio y desangrado	Sangre, ruido.	recurso hídrico superficial - Alteración a la calidad del suelo - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial
- Modificación de las actividades económicas de la zona - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	Energía mecánica, energía eléctrica, mano de obra.	Retiro del cuero	Cuero, calor, ruido.	- Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora
- Modificación de las actividades económicas de la zona - Modificación de la	Energía mecánica, energía	Evisceración	Vísceras, sebo, sangre, calor	

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	eléctrica, mano de obra.	División de la canal		
- Modificación de las actividades económicas de la zona	Energía mecánica, energía		Vísceras, sebo, sangre, calor, ruido	- Alteración en los niveles de presión sonora
- Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	eléctrica, mano de obra.			
- Modificación de las actividades económicas de la zona	Energía mecánica, energía		Vísceras, sebo, sangre, calor	
- Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	eléctrica, agua potable, mano de obra.	Limpieza de la canal		
Actividades complementarias a la producción				

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Modificación de las actividades económicas de la zona - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. 	Energía mecánica, energía eléctrica, mano de obra.	Refrigeración		
<ul style="list-style-type: none"> - Modificación de las actividades económicas de la zona - Agotamiento de recursos no renovables - Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales. 	Energía mecánica, energía eléctrica, energía térmica, vísceras, agua, cal, mano de obra.	Tratamiento de vísceras blancas	Agua residual con cal, contenido ruminal, estiércol, calor, gases de efecto invernadero, gases generadores de olores ofensivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de olores ofensivos - Alteración en los niveles de presión sonora

Impactos ambientales	Entradas	Etapas	Salidas	Impactos ambientales
	Agua residual, mano de obra.	Tratamiento de agua residual	Gases de efecto invernadero, gases generadores de olores ofensivos, tanques con solidos orgánicos, grasas, solidos sedimentables, agua residual tratada.	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos - Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo - Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial - Generación y/o alteración de conflictos sociales
	Estiércol, orín, contenido ruminal, energía mecánica, mano de obra.	Recolección de estiércol en estercolero y despacho	Gases generadores de olores ofensivos, gases de efecto invernadero, material particulado	- Alteración a la calidad del aire - Generación de olores ofensivos

Nota. La información referente a las etapas, actividades, y a las entradas y salidas de cada una de estas fue extraída del numerar anterior (Ver Descripción de las etapas y/o actividades desarrolladas en las plantas de beneficio animal.

De los potenciales impactos ambientales identificados, aquellos que se relacionan con más actividades son los que tienen su afectación sobre el componente atmosférico: alteración a la calidad del aire, generación de olores ofensivos, alteración en los niveles de presión sonora.

Por otro lado, el efluente residual generado en las plantas de beneficio animal fue asociado a la alteración del recurso hídrico superficial y subterráneo.

Por otro lado, Descripción de las etapas y actividades típicas de la producción de pollos para consumo humano.

8.3.3.3. Descripción de los impactos identificados.

A continuación, se clasifican los impactos según el medio y componente ambiental afectado, además, se justifica el por qué fueron considerados como potenciales del sector, a través de su definición y la relación que tienen con las salidas y entradas del proceso de producción (ver Tabla 28).

Tabla 28

Descripción de los potenciales impactos ambientales de las plantas de beneficio animal.

Medio	Componente	Impacto	Descripción
Abiótico	Atmosférico	Alteración a la calidad del aire	<p>Cambio en las concentraciones de los contaminantes criterio y/o tóxicos en el aire producto de las emisiones de gases provenientes del estiércol y orín de las reses durante las etapas previas al sacrificio y durante la recolección y manejo en el estercolero. Las emisiones de gases contaminantes también provienen de las aguas residuales, especialmente durante el tratamiento de estas, y del contenido ruminal de las reses.</p> <p>Otro factor que contribuye al cambio de las concentraciones de los contaminantes es el material particulado que se emite por la resuspensión del polvo presente en los corrales de estabulación y de las partículas provenientes del estiércol seco. Esta resuspensión se produce principalmente por acción del viento y por el pisoteo de las reses.</p>

Medio	Componente	Impacto	Descripción
		Generación de olores ofensivos	<p>Cambio en la concentración de los contaminantes en el aire, producto de la emisión de sustancias generadoras de olores ofensivos provenientes del estiércol y orín de las reses durante las etapas previas al sacrificio y durante la recolección y manejo en el estercolero.</p> <p>Las emisiones de gases generadores de olores ofensivos también provienen de las aguas residuales, especialmente durante el tratamiento de estas; y del contenido ruminal extraído de las vísceras blancas, el cual es posteriormente depositado en el estercolero para finalmente ser despachado.</p>
		Alteración en los niveles de presión sonora	<p>Cambio en los niveles de ruido ambiental como consecuencia de la emisión de ruido por el mugir de las reses, la circulación entre corrales y por el funcionamiento de la cierra cortadora de las canales y de la caldera en la que se tratan las vísceras blancas.</p>
Hidro-geológico		Alteración a la calidad del recurso	<p>Cambios en las características fisicoquímicas y/o microbiológicas de las aguas subterráneas o su zona de recarga que podrían surgir como consecuencia de infiltración</p>

Medio	Componente	Impacto	Descripción
		hídrico	
		subterráneo	
		Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	Cambio en los niveles piezométricos (estáticos) en un acuífero determinado o sus zonas de recarga que causan una modificación en la oferta de aguas subterráneas como consecuencia de la extracción de agua para cubrir la demanda del proceso de producción de las plantas de beneficio animal, generalmente en el lavado de pisos, corrales, equipos e implementos.
	Hidrológico	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Cambios en las características fisicoquímicas, microbiológicas y/o hidrobiológicas de las aguas superficiales que podría surgir como consecuencia del vertimiento de aguas residuales industriales tratadas a una fuente hídrica superficial.

Medio	Componente	Impacto	Descripción
		Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	Cambio de los caudales y/o volúmenes en un cuerpo de agua superficial que causan una modificación de la oferta hídrica como consecuencia de la captación de agua para cubrir la demanda del proceso de producción de la planta de beneficio animal, especialmente en las actividades de limpieza de pisos, corrales, equipos e implementos.
	Suelo	Alteración a la calidad del suelo	Cambio en las características y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como consecuencia de la estabulación y el vertimiento del agua residual tratada.
	Recursos no renovables	Agotamiento de recursos no renovables	El agotamiento de recursos no renovables está asociado al uso de combustibles no renovables. En las granjas avícolas el combustible generalmente utilizado es el gas natural, necesario para el funcionamiento de la caldera utilizada en el tratamiento de las vísceras blancas.

Medio	Componente	Impacto	Descripción
Socio-económico	Espacial	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales.	<p>Cambio en las condiciones de cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios públicos y sociales, como consecuencia del abastecimiento de agua potable requerida en la etapa de baño y en actividades que incluyen la limpieza de equipos e instalaciones.</p> <p>Por otro lado, las plantas de beneficio animal , al utilizar energía eléctrica proveniente de las redes de abastecimiento municipales, también son responsables de un cambio en la cobertura, calidad y/o disponibilidad de los servicios de energía. La energía eléctrica es utilizada en casi todas las etapas y procesos del sistema de producción, ya sea de forma directa para el funcionamiento de los equipos que intervienen en la línea de sacrificio y preparación de la canal, o de forma indirecta en los sistemas de iluminación, ventilación y refrigeración.</p>
	Económico	Modificación de las actividades	Este impacto está asociado al incremento de la oferta de empleo que generan las plantas de beneficio animal debido a la necesidad de mano de obra calificada y no calificada, lo cual brinda una oportunidad para mejorar la economía de las personas que pudieran ser empleadas.

Medio	Componente	Impacto	Descripción
		económicas	
		de la zona	
		Agotamiento de recursos no renovables	El agotamiento de recursos no renovables está asociado al uso de combustibles no renovable, en este caso el gas natural, necesarios para el funcionamiento de la caldera en la que se tratan las vísceras blancas.
Político	Generación y/o alteración de conflictos sociales		Este impacto se basa principalmente en la generación de expectativas que podrían surgir en la comunidad aledaña, como consecuencia de actividades del proceso de producción que podrían suponer un riesgo para la calidad de vida, entre las que se encuentran la estabulación y el tratamiento y vertimiento de las aguas residuales generadas.

Nota. La descripción de los impactos fue realizada usando la información disponible en Listado De Impactos Ambientales Específicos En El Marco Del Licenciamiento Ambiental (MADS, 2020).

Ver numeral anterior (Identificación de impactos potenciales del sector.).

9. Conclusiones

Con el desarrollo de esta investigación fue posible analizar las fuentes de generación de pollinaza, porquinaza y bovinaza del departamento del Atlántico, determinándose que de acuerdo con los datos de la CRA de los años 2018 y 2019, existen 93 establecimientos en los que se generan estos residuos pecuarios.

De los 93 proyectos objeto de control y seguimiento ambiental por parte de la CRA identificados, 54 son granjas avícolas, en las que se generan los residuos denominados pollinaza y gallinaza; 33 son granjas porcícolas, en las que se genera porquinaza; y 6 corresponden a plantas de beneficio animal o mataderos, los cuales son establecimientos en los que se genera bovinaza.

En cuanto a la distribución espacial de los establecimientos pecuarios analizados, se encontró que en el departamento del Atlántico existe una mayor concentración de estos en la parte centro y centro-oriente, específicamente en los municipios de Baranoa, Polonuevo, Malambo y Sabanagrande, los cuales en conjunto cuentan con el 62% de las granjas avícolas, el 63% de las granjas porcícolas y el 60,21% del total de las fuentes de generación de residuos pecuarios identificadas, incluyendo a las plantas de beneficio animal. Por otro lado, en los municipios de Campo de la Cruz, Manatí, Píojó, Santa Lucía, Soledad y Suán no hay presencia de granjas ni de plantas de beneficio animal. Esta información indica que la tensión ambiental que el sector pecuario causa en el departamento del Atlántico no es homogénea a lo largo y ancho de su territorio, sino que existe una zona en la que los impactos ambientales asociados provienen de un mayor número fuentes en relación al resto del departamento.

Al considerar el volumen de producción y el potencial de generación de residuos pecuarios de las granjas (datos a corte del año 2019). se estableció que la producción de las granjas avícolas consta de 7.806.495 aves instaladas las cuales tienen un potencial de generación de pollinaza y gallinaza de 112.312.565 Kg/año. En lo referente a las granjas porcícolas, la población de cerdos manejadas es de 18.778, con un potencial de generación de porquinaza de 21.298.663 Kg/año. Por otro lado, de acuerdo a la muestra analizada de plantas de beneficio animal se pudo establecer que la producción o número de animales sacrificados mensualmente es aproximadamente 6.482, generándose así una cantidad de bovinaza de 3.370.644 Kg/año.

Al analizar las plantas de beneficio animal identificadas en el Departamento del Atlántico se pudo establecer que en estos se lleva a cabo el sacrificio de bovinos y también se realiza el faenado de bufalinos. Estas dos especies son manejadas en la misma línea de producción, utilizando las mismas instalaciones, equipos, métodos e insumos, y generando residuos con características similares, por lo que se pudo determinar que los potenciales impactos ambientales asociados a estas plantas de beneficio animal son ajenos a las especies que se están sacrificando.

En la caracterización realizada a los distintos sitios de aprovechamiento animal, se pudo establecer que algunos sitios no tienen vigentes instrumentos de gestión ambiental como las concesiones de aguas subterráneas, por lo que se no es posible para la CRA registrar y hacer seguimiento la cantidad de agua captada y los parámetros físico-químicos y microbiológicos del recurso.

Se determinó que las fuentes generadoras de residuos pecuarios son proyectos que pueden ocasionar impactos ambientales como consecuencia del desarrollo de sus actividades de producción, en las que se requiere el uso de insumos, materias primas, energías y recursos

humanos, las cuales representan las entradas de los procesos y actividades. Adicionalmente, durante la producción se presenta una generación de residuos sólidos, efluentes y emisiones, estas constituyen las salidas, que al igual que las entradas, representan aspectos susceptibles de generar impactos ambientales.

Se logró determinar cuáles son los potenciales impactos ambientales asociados a las granjas avícolas, siendo estos la alteración a la calidad del aire, generación de olores ofensivos y la alteración en los niveles de presión sonora. En el caso de las granjas porcícolas, los impactos identificados coinciden con los de las granjas avícolas, pero adicionalmente tienen el potencial para general alteración en la calidad del recurso hídrico superficial y alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo. En lo referente a las plantas de beneficio animal, los principales impactos ambientales asociados son los mismos de las granjas porcícolas. Esto permite concluir que la afectación que las empresas pecuarias analizadas generan sobre el ambiente es cualitativamente similar.

Finalmente se determinó que el departamento del Atlántico tiene el potencial para generar 136.981.872 Kg/año de residuos pecuarios correspondientes a pollinaza, porquinaza y bovinaza, provenientes de las granjas avícolas, porcícolas y plantas de beneficio animal, las cuales son establecimientos que tienen una distribución espacial no uniforme con zonas que presentan una mayor densidad. Los proyectos analizados tienen el potencial de afectar al ambiente, ya que en ellos se desarrollan actividades cuyas entradas y salidas constituyen aspectos susceptibles de generar impactos ambientales, sobre todo a los componentes atmosférico e hidrogeológico, los cuales son los que se ven afectados por más actividades y/o etapas de los procesos de producción de las granjas y las plantas de beneficio animal.

10. Recomendaciones

Se recomienda a la CRA y a quienes vayan a desarrollar investigaciones similares a esta, diseñar e implementar un mecanismo para obtener información primaria acerca de las características y aspectos de identificación, ubicación, producción y ambientales de las fuentes de generación de residuos pecuarios (pollinaza, porquinaza y bovinaza), para generar resultados más ajustados a la situación real, ya que la información que reposa actualmente en la CRA presenta vacíos en los datos, especialmente en lo referente a la cantidad y área de galpones, al estado de la concesión de agua de los proyectos, a los sistemas de potabilización de agua utilizados, a la cantidad y clasificación etaria de cerdos instalados en las granjas porcícolas y, en el caso de las plantas de beneficio animal, a la cantidad de reses sacrificadas en un periodo de tiempo determinado.

Se recomienda que la CRA, en el marco de sus visitas de control y seguimiento ambiental, incluya dentro de los aspectos a analizar las variables que dio para el análisis de los establecimientos en cuestión. De esta manera es posible mejorar la exactitud de los datos relacionados con los aspectos productivos y ambientales, y a partir de esto, optimizar los controles aplicados a los proyectos y promover a su vez procesos de producción más limpia. Obtener la información de manera presencial aporta datos específicos que en esta investigación fueron obtenidos a partir de estimaciones y cálculos. Este es el caso de la cantidad de pollinaza, gallinaza, porquinaza y bovinaza generada.

Adicionalmente, se recomienda a la CRA hacer el acompañamiento a los establecimientos que no tienen una captación de agua legalizada, con el fin de los proyectos cumplan con el marco legal referente al aprovechamiento del recurso hídrico.

Por otro lado, se recomienda a las granjas que no están potabilizando y tienen como fuente de abastecimiento de agua es un pozo profundo o un cuerpo de agua superficial, evaluar opciones de mecanismos de tratamiento de agua a través de los cuales se pueda controlar los parámetros de calidad del líquido.

Finalmente, se recomienda a las granjas que están realizando el enterramiento de residuos de corte de cola y castración, mortalidad y placenta, sustituir esta práctica por opciones que representen un menor riesgo para el ambiente, tales como aquellas implementadas en el resto de granjas, como el compostaje y la poza séptica.

Referencias

- Abdul, N., Mat, M., & Mohd, M. (2018). Hydrogen and Methane Production from Co-digestion of Food Waste and Chicken Manure. *Environ. Stud*, Vol. 28, 2805-2814. Obtenido de file:///C:/Users/ASUS_X441U/Downloads/Hydrogen%20and%20Methane%20(2).pdf
- Acevedo, P., Cabeza, I., Hernández, M., Tomás, M., & Vásquez, A. (2016). Anaerobic co-digestion of organic residues from different productive sectors in Colombia: biomethanation potential assessment. *Chemical Engineering Transactions*.
- Acosta, D., & Jaramillo, Á. (2015). *Manejo de pollo de engorde*. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4618/Manejo_de_pollo_de_engorde.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- Adictosalcampo. (2020). *Monta natural en cerdos*. Obtenido de <https://www.facebook.com/adictosalcampo/photos/a.10153882799521752/10157118965186752/>
- Aliaga, L. (2006). *Evaluación de producción de biogás utilizando desechos porcícolas de Zamorano (Tesis de Pregrado)*. Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5651/1/IAD-2006-T002.pdf>
- Amado, E., & Prada, S. (2017). *Evaluación de la producción de biogás a partir de la pollinaza*. Universidad de Pamplona , Pamplona.
- Ángel, E., & Fuentes, M. (2014). *Ciclo productivo del cerdo*. Universidad de El Salvador.

- Arango, S. (2018). *Herramienta para la valoración y priorización de medidas de adaptación al cambio climático en el sector minero energético colombiano*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín.
- Arboleda, J. (2008). *Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín, Colombia.
- Arenas, A., Beltrán, F., & Bobenrieth, R. (1995). *Saneamiento de mataderos de bovinos, ovinos y porcinos*. Bol Of Sanit Panam 98(3).
- Ariza, C., Rueda, L., & Sardoth, J. (2018). Biodigestión anaerobia como alternativa energética para reducir el consumo de leña en las zonas rurales. *Revista Espacios*, Vol. 39. Obtenido de <http://revistaespacios.com/a18v39n39/18393923.html>
- Armas, Y. (2016). *Impacto de la inclusión de cerdaza como sustrato en la digestión anaerobia de purines*. Zamorano, Honduras.
- Babaei, A., Roshani, A., & Shayegan, J. (2012). Methane Production from Anaerobic Co-Digestion of Poultry Manure. *Journal of Environmental Studies*, 22-24.
- Bello, R., González, M., Pérez, S., Wong, A., & Yañes, G. (2015). Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia. (Elsevier, Ed.) *Revista Argentina Microbiología*, 229-235. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754115000826?via%3Dihub>
- Blanco, D. (2011). *Tratamiento biológico aerobio-anaerobio-aerobio de residuos (Tesis Doctoral)*. Universidad de León, Ciudad de León. Obtenido de <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1066/Tesis.pdf?sequence=1>

- Bragachini, M., Huerga, I., Mathier, D., & Sosa, N. (2013). *Residuos pecuarios: una problemática que puede transformarse en oportunidad*. Córdoba, Argentina.
- Cabeza, I., Hernández, M., Muños, S., & Suarez, I. (2018). *EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE POLLINAZA Y RESIDUOS DE POSCOSECHA DE ROSAS MEDIANTE CO-DIGESTIÓN ANAERÓBIA*. Obtenido de Repository.usta.edu.co:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13237/2018sandramunoz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón, C. (2015). *Diseño de un biodigestor tubular para obtener biogas a partir de residuos orgánicos del ganado bacuno generados en la hacienda Santa Mónica "Guamote" (Tesis de Pregrado)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazoe, Riobamba, Ecuador.
Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234580024.pdf>
- Campero, O. (2011). *Monitorización y Evaluación comparativa de la tecnología de Biodigestión anaerobia como fuente de energía renovable en dos ámbitos familiar e industrial en Bolivia (Tesis Doctoral)*. Universidad Internacional de Andalucía. Universidad de Huelva, Huelva.
- Canales, R. (2011). *Producción de biogás a partir de aguas residuales y residuos agrícolas (Tesis de Pregrado)*. Zamorano, Honduras.
- Carmona, E. (2018). *Creación de una cooperativa recolectora de pollinaza en la vereda de Comba del municipio de Santo domingo, Antioquia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Obtenido de
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25179/eacarmonah.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cervantes, F., Saldívar, J., & Yescas, J. (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3-7.

Obtenido de <http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/83/19>

Chemonics International Inc, & Fundación Centro Nacional de Producción Más Limpia de El Salvador. (Julio de 2011). *Manual de Compostaje para Granjas Avícolas de Engorde*.

Obtenido de [http://cnpml-honduras.org/wp-](http://cnpml-honduras.org/wp-content/uploads/docu_tecnicos/OTROS/Manual_de_compostaje_granjas_ava_cola_engorde.pdf)

[content/uploads/docu_tecnicos/OTROS/Manual_de_compostaje_granjas_ava_cola_engorde.pdf](http://cnpml-honduras.org/wp-content/uploads/docu_tecnicos/OTROS/Manual_de_compostaje_granjas_ava_cola_engorde.pdf)

Chiriboga, O. (2010). *Desarrollo del proceso de producción de biogás y fertilizante orgánico a partir de mezclas de desechos de procesadoras de frutas (Tesis de pregrado)*.

Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador. Obtenido de

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstre>

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2015). *Resolución 024 de 2015, Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y se dictan otras disposiciones*.

Como criar pollos, etapas de la crianza, cuidados de los pollos bb, sanidad, inversión para una granja avícola. (2013). Obtenido de Comocriarpollos.com:

<https://comocriarpollos.blogspot.com/2017/05/preparacion-y-recepcion-del-pollo-bb.html>

Condor, E. (2017). *Manual de procesos Granja Avícola la Gaviota*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7072/2/MANUAL.pdf>

Condurhuamán, C., & Salas, G. (2008). TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UN CENTRO DE BENEFICIO O MATADERO DE GANADO. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.*, 29-35.

Congreso de Colombia. (1990). *Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias.*

Congreso de Colombia. (2000). *Ley 629 de 2000, Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.*

Congreso de Colombia. (2002). *Ley 788 de 2002, Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras.*

Congreso de Colombia. (2008). *Ley 1215 de 2008, Por la cual se adoptan medidas en materia de generación de energía eléctrica.*

Congreso de Colombia. (2013). *Ley 1665 de 2013, Por medio de la cual se aprueba el "Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)", hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009.*

Crespo, D. (2010). *Comparación de la producción de biogás a partir de descomposición anaerobia de materia orgánica (Tesis de Pregrado).* Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/846/1/tn177.pdf>

DANE. (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario*. Obtenido de

<https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Desconocido. (2012). Obtenido de Panoramaruralahora:

<http://panoramaruralahora.blogspot.com/2012/11/fuerte-caida-del-censo-de-ganado.html>

El sitio porcino. (2014). *Cambiando de jaulas de gestación a corrales: ¿problema u*

oportunidad? Obtenido de <https://www.elsitioporcino.com/articles/2496/cambiando-de-jaulas-de-gestacion-a-corrales-nproblema-u-oportunidad/>

Escalante, A., Sanguino, P., Téllez, A., & Vasquez, C. (2009). APROVECHAMIENTO

ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL DEL SECTOR AVÍCOLA. *Revista ION*, 1-3.

Etapas del parto. (2005). Obtenido de Universo porcino:

http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/reproduccion_porcina_07-04-2014_etapas_del_parto.html

Farmer. (2018). *Farmer.com*. Obtenido de <https://burea-uinsurance.com/es/como-usar-estiercol-de-cerdo-para-fertilizar-el-suelo/>

FENAVI. (2018). *Estabilizador de suelo a partir de pollinaza/gallinaza*.

García, J., González, C., Peña, L., Pinos, J., Rendón, J., & Trintán, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400004

Gerrero, J., & Ramirez, I. (2004). MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS EN MATADEROS DE PEQUEÑOS MUNICIPIOS. *Scientia Et Technica*, 198-204.

Gobierno Autonomo Departamental Santa Cruz. (2015). *Alternativas para el Uso y Manejo de los Residuos Avícolas*. Santa Cruz. Obtenido de <http://www.santacruz.gob.bo/sczpdf/5665>

Gonzales, M., Morini, M., Pinelli, M., Ruggero, P., Venturini, M., Finkenrath, M., & Poganietz, W. (2014). Methodology for estimating biomass energy potential and its application to Colombia. *Elsevier, Vol. 136*, 781-796.

Granja Avícola Caluce. (2018). *Seguimiento ambiental a la empresa Acondesa S.A. - Granja avícola Caluce*. Barranquilla, Colombia.

Granja Avícola El Mundo. (2013). *Plan de Manejo ambiental*. Barranquilla, Colombia.

Granja Avícola Fátima. (2010). *Plan de Manejo Ambiental*. Barranquilla, Colombia.

Granja Avícola la Fragata. (2010). *Plan de Manejo Ambiental*. Barranquilla, Colombia.

Granja Avícola Moralandia. (2011). *Plan de manejo ambiental*. Barranquilla, Colombia.

Granja Avícola Pollos J.A. S.A. (2011). *Plan de manejo ambiental*. Barranquilla, Colombia.

Granja Avícola Villa Mónica. (2009). *Plan de manejo ambiental*. Barranquilla, Colombia.

Granja Porcícola La Picardía. (2011). *Plan de manejo ambiental*. Barranquilla, Colombia.

- Granja Porcícola Los Tres Chonchos. (2006). *Plan de manejo ambiental*. Barranquilla, Colombia.
- Granja Porcícola Virgen del Carmen . (2020). *Plan de cumplimiento ambiental*. Barranquilla, Colombia.
- Granja Porcícola William Ganem. (2019). *Plan de cumplimiento ambiental*. Barranquilla, Colombia.
- Guerrero, E., & Ramírez , F. (2004). Manejo ambiental de residuos de mataderos en pequeños municipios. *Scientia Et Technica*, vol. X, núm. 26, 199-204. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911640034.pdf>
- Herrera, F. (10 de Junio de 2008). *Engormix*. Obtenido de Engormix web site.
- ICA. (2020). *Censo Pecuario año 2020*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- IDAE, I. p. (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios*. Madrid, España.: Fondo Editorial del IDAE.
- Ladino, A., & Martínez, J. (2016). *Metodología para el aprovechamiento energético de recursos de biomasa residual pecuaria en la autogeneración de electricidad: casos de estudio Briceño Boyacá y Cajicá Cundinamarca*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas , Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4065/LadinoTamayoAlexisFernando.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ladino, A., Martínez, J., & Buritacá, C. (2018). *Metodología para el aprovechamiento energético de desechos pecuarios*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Ladino, A., Martínez, J., & Buritacá, C. (2018). *Metodología para el aprovechamiento energético de desechos pecuarios–APRENDYSAGE*. Universidad Distrital Fransisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele/article/view/14068/14262>
- Laporcicultura.com. (2015). *Inseminación artificial en cerdos*. Obtenido de <https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/inseminacion-artificial-cerdos/>
- Leonardi, I. (2013). Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de la producción intensiva de aves. *Senasa*, 39.
- MADS. (2020). *Listado De Impactos Ambientales Específicos En El Marco Del Licenciamiento Ambiental*. doi:<https://www.catorce6.com/340-legal/18778-listado-de-impactos-ambientales-especificos-en-el-marco-del-licenciamiento-ambiental>
- Magni heating technology. (2016). *Coche quemador lanza llamas para desinfección de galpones avícolas, quemador de plumas (imagen obtenida de video)*.
- Martí, J., Díaz de Basurto, A., & Ferrer, I. (2013). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BIODIGESTOR ANAEROBIO CON RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO DE TIQUIPAYA (BOLIVIA)*. Bolivia.
- Matadero CAES de Colombia. (1998). *Plan de Manejo Ambiental*.

- Mendoza, R. (2017). *Diseño e implementación de una planta piloto para producir biogás y bioabono a partir de estiércol de Cavia Porcellus en un bioractor tubular de policloruro de vinilo (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11593/Mendoza%20Yenque%20Roy%20Joffre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Minambiente. (2014). *Política Nacional de Cambio Climático*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Políticas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf
- Minambiente. (2016). *Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía...*
- Minambiente. (2019). *www.minambiente.gov.co*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/convencion-marco-de-naciones-unidas>
- Minambiente. (2020). *Listado de impactos ambientales específicos en el marco del licenciamiento ambiental*. Obtenido de https://www.catorce6.com/images/legal/Listado_de_impactos_ambientales.pdf
- Navarro, G. (2015). *Producción de biogás en un biodigestor tubular a escala piloto utilizando estiércol del ganado vacuno de la Universidad Privada los Andes (Tesis de Maestría)*. Universidad Nacional del Centro de Perú, Huancayo, Perú. Obtenido de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4614/Navarro%20Paitan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pertuz, A. (15 de Enero de 2021). Firmador de ganado bovino. (A. Pertuz, Entrevistador)

Pinto, J., Ruiz, W., & Villamil, D. (2017). *Estudio de factibilidad del montaje y puesta en marcha de una planta de cría, levante y beneficio de ganado porcino en el municipio de Arcabuco, Boyacá (Tesis de Especialización)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.

Portillo, G., & Quitian, O. (2006). *Proyecto piloto, sobre la técnica epofer (excretas porcinas fermentadas) en el sector porcícola*. Universidad Libre, Bogotá D.C. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10999>

Presidente de la Republica de Colombia. (2014). *Decreto 2469 de 2014, Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración*.

Presidente de la Republica de Colombia. (2014). *Decreto 2469 de 2014, Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración*.

Presidente de la República de Colombia. (2014). *Decreto 2492 de 2014, Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda*.

Presidente de la Republica de Colombia. (2015). *Decreto 1623 de 2015, Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los*

lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el SIN...

Presidente de la Republica de Colombia. (2015). *Decreto 1623 de 2015, Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el SIN...*

Presidente de la Republica de Colombia. (2018). *Decreto 570 de 2018, Por el cual se establecen los lineamientos para contratar proyectos de generación de energías renovables a largo plazo que complementen a los actuales.*

Ralevic, P., & Layzell, D. (2006). *An Inventory of the Bioenergy Potential of British Columbia*. Queen's University, Ontario, Canada.

Ramírez, L., & Baarrera, D. (2017). *POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA RESIDUAL PECUARIA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA*. Cundinamarca.

Rodríguez, B., Rodríguez, M., & Villasmil, A. (2012). Costos de producción en explotaciones porcinas de ciclo completo en el Municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 709-729.

Rubio, J. (2005). Suministro de agua de calidad en las granjas broilers. Obtenido de https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/19_03_39_11-suministro_de_agua.pdf

Servicomercializadora Barraza Mora S.A. (2021). *Fotos de las etapas y actividades de la Planta de Beneficio Animal Servicomercializadora Barraza Mora S.A.* Soledad, Atlántico.

- Tobón, A. (2017). Evaluación del impacto ambiental en biodigestores anaeróbicos en el SENA, Regional Cesar. *Revista Reto*, 39-49. Obtenido de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/RETO/article/view/1409/1511>
- Tobón, J. (2012). *Criadora space*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Yun5xyQiBIk>
- UPME. (2011). *Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia*. Colombia.
- UPME. (2014). *Ley 1715 de 2014, Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html
- UPME. (2015). *Resolución 281 de 2015, Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala*.
- UPME. (2016). *Resolución 045 de 2016, Por la cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de fuentes no convencionales de energía (FNCE)...*
- UPME. (2016). *Resolución 143 de 2016, Por la cual se modifica el artículo quinto y se adicionan artículos y anexos a la Res. 520 de 2007, por medio de la cual se establece el registro de proyectos de generación y se dictan otras disposiciones*.
- UPME. (2018). *Resolución 703 de 2018, Por la cual se establecen el procedimiento y los requisitos para obtener la certificación que avala los proyectos de fuentes no convencionales,...*

Vásquez, J. (20 de Enero de 2021). Representante legal de la Planta de beneficio animal

Agropecuaria Jaicar S.A.

Veall, F. (1993). *Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo*.

Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Roma, FAO. .

Wilpat. (2013). Obtenido de Wilpat Calefacción radiante: <https://www.calefactores->

[radiantes.com/calefaccin-de-planteles-porcinos](https://www.calefactores-radiantes.com/calefaccin-de-planteles-porcinos)

Anexos

Anexo 1. Registros CRA 2019-2

Anexo 2. Registros CRA 2019-2 Depurados

Anexo 3. Identificación de proyectos de interés

Anexo 4. Proyectos activos con expedientes unificados

Anexo 5. Comparación de los datos del Anexo 4 con el Censo ICA 2020

Anexo 6. Distribución de las granjas avícolas del departamento del Atlántico

Anexo 7. Distribución de las granjas porcícolas del departamento del Atlántico

Anexo 8. Distribución de las plantas de beneficio animal del departamento del Atlántico